



EESTI MAAÜLIKOOL

Veterinaarmeditsiini- ja loomakasvatuse instituut

**Annela Heidemann**

**SEA RASVKOE FÜÜSIKALIS-KEEMILISED NÄITAJAD**  
**PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF PORK**  
**FAT TISSUE**

Magistritöö  
Lihatehnoloogia õppekava

Juhendajad: Aarne Põlvere, *PhD*

Riina Soidla, *MSc*

Alo Tänavots, pm-dr

Tartu 2017



Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö	
Autor: Annela Heidemann		Õppekava: Lihatehnoloogia	
Pealkiri: Sea rasvkoe füüsikalise-keemilised näitajad			
Lehekülgi: 74	Jooniseid: 49	Tabeleid: 18	Lisasid: 0
Osakond: Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakond Uurimisvaldkond (ja mag. töö puhul valdkonna kood): T430 Toiduainete ja jookide tehnoloogia Juhendaja(d): Aarne Põlvere, <i>PhD</i> , Riina Soidla, <i>MSc</i> , Alo Tänavots, pm-dr Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2017			
<p>Töö eesmärgiks oli hinnata erinevatest sea lihakeha osadest pärineva rasvkoe (selja-, turjapekk ja ploomirasv) keemilist koostist, tehnoloogilisi näitajaid ja füüsikalisi parameetreid.</p> <p>Magistritöö käigus uuriti 7–10 erineva sea lihakehalt selja-, turjapekki ja ploomirasva. Töös leiti seljapeki keemiline koostis (valgu-, rasva-, tuha-, niiskusesisaldus). Valgusisaldus oli <math>3,43 \pm 1,08\%</math>, tuhasisaldus <math>0,20 \pm 0,09\%</math>, niiskusesisaldus <math>9,23 \pm 2,54\%</math> ning keemiliselt saadud rasvasisaldus <math>87,15 \pm 3,66\%</math>.</p> <p>Tehnoloogilised näitajad (sulamistemperatuur, tihedus, värvus jne) ja tekstuuri-parameetrid (lõiketugevus, suvetugevus jne) leiti selja- ja turjapekil ning ploomirasval. Seljapeki keskmine tihedus oli <math>0,943 \pm 0,014 \text{ kg/m}^3</math>. Katsetulemused kinnitasid, et uuritavatest rasvkoe liikidest kõige tugevam on turjapekk, millele järgneb seljapekk, ploomirasv oli neist märgatavalt pehmem. Keskmine pekiproovide läbilõikamiseks vajalik lõikejõud oli turjapekil 53,71 N, seljapekil 35,39 N ning ploomirasval 9,68 N. Survetugevuse näitaja alusel oli samuti tugevaim turjapekk (22,80 N), järgnesid seljapekk (12,88 N) ning ploomirasv (6,04 N).</p> <p>Keskmise joodiarvu sisalduse poolest selja- ja turjapekk oluliselt ei erinenud (joodiarvud vastavalt 60,18 ja 60,77), see näitaja oli väiksem ploomirasval (48,14). Keskmine sulamistemperatuur oli selja-, ja turjapekil oluliselt ei erinenud (vastavalt 35,08 ja 36,38 °C), kõrgem oli see näitaja ploomirasval (47,45 °C).</p> <p>Töös selgus, et ühe rasvkoe liigi kvaliteedi näitaja muutus ei pruugi kajastada teise rasvkoe kvaliteedis. Erinevate rasvkoeliikide sulamistemperatuuride ja joodiarvu väärtuste vahel olulisi seoseid ei leitud. Lõikejõud ja survetugevus olid omavahel samasuunaliselt seotud, kuid rasvkoeliikide vahel mõlema näitaja korral olulisi seoseid ei leitud.</p>			
Märksõnad: siga, seljapekk, turjapekk, ploomirasv, kvaliteediparameetrid			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Annela Heidemann		Speciality: Meat Science	
Title: Physical and chemical characteristics of pork fat tissue			
Pages: 74	Figures: 49	Tables: 18	Appendixes: 0
Department: Food Science and Food Technology Department Field of research (and for Master's Thesis add research field code): T430 Food and Beverage Technology Supervisors: Aarne Põlvere, <i>PhD</i> , Riina Soidla, <i>MSc</i> , Alo Tänavots, pm-dr Place and date: Tartu, 2017			
<p>The aim of the study was to evaluate the chemical composition, physical and technological parameters of adipose tissue from different body parts in pigs (backfat, shoulder fat and leaf fat).</p> <p>The study contained 10 pig carcasses. Backfat protein content was <math>3.43 \pm 1.08\%</math>, ash <math>0.20 \pm 0.09\%</math>, moisture <math>9.23 \pm 2.54\%</math> and fat content by obtained by chemical analysis was <math>87.15 \pm 3.66\%</math>.</p> <p>The technological characteristics (melting point, density, colour etc.) and texture parameters (shear strength, light intensity etc.) were found also for the backfat, shoulder fat and leaf fat. The average density of the backfat was <math>0.943 \pm 0.014 \text{ kg/m}^3</math>. The test results confirmed that the strongest fat of all the fats was shoulder fat, followed by backfat and noticeably softer of them was leaf fat. The average shear force in shoulder fat was 53.71 N, backfat 35.39 N and leaf fat 9.68 N. More force was used to compress shoulder fat (22.80 N), followed by back fat (12.88 N) and then leaf fat (6.04 N).</p> <p>The average iodine value in the backfat and shoulder fat was not differed significantly (respectively 60.18 and 60.77), the lowest value was found in the leaf fat (48.14). The average melting point of backfat and shoulder fat was not differed significantly also (respectively 35.08 and 36.38 °C), but the leaf fat had the highest value (47.45 °C).</p> <p>Finally we can conclude that one type of fat quality parameter may not be reflected in the other fat quality. There were not significant different of melting points and the iodine values of fats. Shear strength and compress force were associated with each other in the same direction, but had not significant connection between fats.</p>			
Keywords: pig, backfat, shoulder fat, leaf fat, quality parameters			

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	7
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE .....	8
1.1. Rasvkoe keemilised omadused .....	9
1.2. Rasvhapped .....	12
1.3. Rasvkoe sulamistemperatuur .....	14
1.4. Rasvkoe konsistents .....	16
1.5. Rasvkoe tihedus .....	18
1.6. Rasvkoe värvus .....	20
1.7. Rasvalt peegeldunud valguse murdumisnäitaja .....	21
1.8. Rasvkoe sulatamisel saadud kõrned .....	22
1.9. Rasvkoe paksus .....	22
2. MATERJAL JA METOODIKA .....	25
2.1. Katsematerjal .....	25
2.2. Niiskuse ja lenduvate osakeste sisalduse määramine .....	25
2.3. Tuhasisalduse määramine .....	26
2.4. Valgusisalduse määramine.....	27
2.5. Rasvasisalduse määramine.....	28
2.6. Kõrnete määramine seljapekist .....	28
2.7. Tiheduse määramine .....	29
2.8. Rasva sulamistemperatuuri määramine .....	30
2.9. Rasvkoe löikejõu määramine .....	30
2.10. Rasvkoe survetugevuse määramine .....	31
2.11. Rasvkoe värvuse määramine .....	32
2.12. Rasvkoe joodiarvu määramine murdumisnäitaja kaudu .....	33
2.13. Lihassilma peal oleva peki pindala .....	34
2.14. Seljapeki paksuse määramine .....	34

2.15. Rasvkoe kihtide määramine .....	34
2.16. Statistiline analüüs .....	35
3. TULEMUSED JA ARUTELU .....	36
3.1. Rasvkoe keemiline koostis.....	36
3.2. Rasvkudede sulatamisel saadud kõrnete osakaal .....	39
3.3. Rasvkudede sulatamisel saadud rasva osakaal .....	41
3.4. Rasvkoe ja kamara tihedus .....	42
3.5. Rasvkoe sulamistemperatuur .....	44
3.6. Rasvkoe löikejõud.....	46
3.7. Rasvkoe survetugevus.....	48
3.8. Rasvkoe värvus .....	49
3.9. Joodiarv.....	51
3.10. Pekipaksuse ja pindala määramine .....	52
3.11. Rasvkoe kihtide määramine seljapekil .....	54
3.12. Rasvkoe näitajate vahelised seosed .....	56
3.12.1. Seljapeki näitajate seosed.....	56
3.12.2. Turjapeki näitajate seosed .....	59
3.12.3. Ploomirasva näitajate seosed.....	59
3.13. Rasvkoeliikide võrdlus .....	60
JÄRELDUSED.....	65
KOKKUVÕTE .....	67
KASUTATUD KIRJANDUS .....	69
SUMMARY .....	72
LIHTLITSENTS.....	74

## LÜHENDID

YxY – puhtatõuline eesti suurt valget tõugu siga

LxL – puhtatõuline eesti maatõugu siga

YxL – eesti suurt valget tõugu kuldi ja eesti maatõugu emise ristan

LxY – eesti maatõugu kuldi ja eesti suurt valget tõugu emise ristan

PxLY – pjetraäni tõugu kuldi ning eesti maatõugu ja suurt valget tõugu ristandemise ristandsiga

DxLY – djuroki tõugu kuldi ning eesti maatõugu ja eesti suurt valget tõugu ristandemise ristandsiga

DxYL – djuroki tõugu kuldi ning eesti suurt valge tõugu ja eesti maatõugu ristandemise ristandsiga

DLxYL – djuroki tõugu ja eesti maatõugu ristandkuldi ning eesti suurt valge tõugu ja eesti maatõugu ristandemise ristandsiga

MUFA – monoküllastumata rasvhapped

PUFA – polüküllastumata rasvhapped

PR – ploomirasv

SP – seljapekk

TP – turjapekk

## SISSEJUHATUS

Kuna tarbija soovib saada madala rasvasisaldusega toodet, on lihatööstustes probleemiks liigse peki (rasva) esinemine searümpades. Samas tuleks meeles pidada, et selja- ja turjapekki on tarvis lihatööstuses paljude vorstide tootmisel.

Rasvkoe omaduste määramine on laialdaselt kasutatav liha kvaliteedi hindamisel. Rasvkoe kvaliteeti hinnatakse tema keemilist koostist (valgu-, rasva-, tuha-, niiskusesisaldus ja lenduvate osakesete esinemine), tehnoloogiliste näitajate (sulamistemperatuur, tihedus, värvus jne) ja tekstuuriparameetrite (löiketugevus, suvetugevus jne) põhjal.

Kvaliteeditunnuseid, nagu rasva kogust, koostist, ühtlikkust ja oksüdatiivset stabiilsust, mõjutab peamiselt sea genotüüp ja söötmisstrateegia.

Magistritöö eesmärgiks oli hinnata erinevatest sea lihakeha osadest pärineva rasvkoe (selja-, turjapekk ja ploomirasv) keemilist koostist, tehnoloogilisi näitajaid ja füüsikalisi parameetreid. Samuti selgitada rasvkoe kvaliteedinäitajate vahelisi seoseid.

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

Loomsed rasvad võivad jaguneda toidurasvadeks ja mittesöödavateks rasvadeks. Kõiki toidurasvu ei kasutata ainult inimtoiduks, sest teatud omadustega rasvu on vaja söötade ja lemmikloomatoitude valmistamisel ning keemiatööstuse toorainena. Samas mittesöödavaid rasvu ei ole lubatud kasutada inimtoiduks. Neid võib kasutada ainult söödana, lemmikloomatoidus, keemiaalastes uuringutes, biodiisli tootmisel või energiaallikana. Toiduvalmistamise protsessi läbinud rasvad (praadimisel) muutuvad ka mittesöödavateks rasvadeks. (Alm, 2013)

Sidekude, mis koosneb peaaegu täielikult rasvarakkudest, nimetatakse rasvkoeks. Rasvkude tekib sidekoest diferentseerunud tüvirakkudest. Sea kasvades need rakud täituvad lipiididega ja esinevad väikeste rühmadena. Rasvarakkude gloobulid on üksteisest eraldatud sidekoelise seinaga, mille kaudu toimuvad rakkudevahelised närvi- ja vereülekanded. Rasvkude koosneb 95%-st rasvarakkudest ja 5%-st mitterasvarakkudest. Rasvkude sisaldab peamiselt depoorasva (triatsüülgütseriide) ja membraanlipiide (fosfolipiide). Retikulaarne võrgustik ja kollageenikiud toetavad rasvarakke. (Lawrence ja Fowler, 2002; Seman, 2008)

Hoolimata asjaolust, et rasvhapped on meie peamiseks energiaallikaks, on vabade rasvhapete kontsentratsioon rakkudes ja veres väike. Kuna rasvhapped on tugevad happed, siis nende suur kontsentratsioon võiks rikkuda rakkude pH-tasakaalu. Energiatootmiseks vajalikke rasvhappeid säilitatakse triatsüülgütseroolide ehk rasvadena. Need moodustuvad kolme rasvhappe seondumisel gütserooliga estersidemete abil, mida tuntakse esterdamisena. Triatsüülgütseroolidena säilitatavad rasvhapped on hüdrofoobsed ja neid saab ladustada peaaegu veevabas vormis. Triatsüülgütseroolide levinud allikateks on sea-, veise- või lambarasv. Kui energiat vajatakse mitte aktiivses olekus, näiteks magades, siis vabanevad rasvkoest (triatsetüülgütseroolist) rasvhapped, mis suunatakse edasi rakkudesse. Söömisel triatsetüülgütseroolivarud taas täienevad. (Tymoszko jt, 2016)

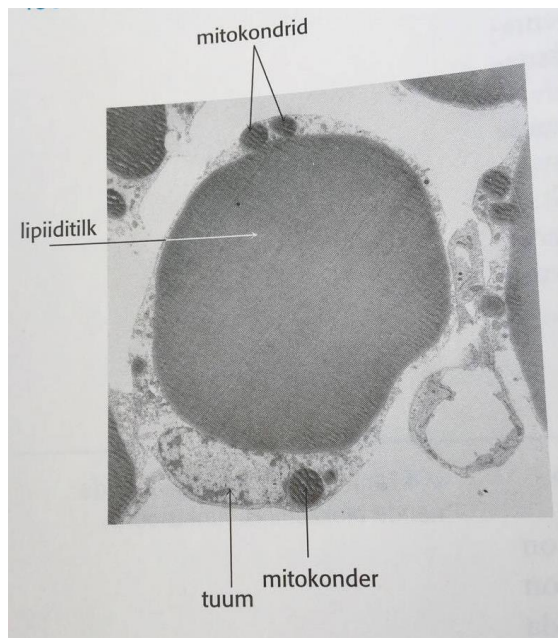
Imetajatel on peamiseks triatsüülgütseroolide ladestumiskohaks rasv- ehk adipooskude, mis paikneb naha all, aga ka mujal kehapiirkondades. Rasvarakkude tüstoplasmas liituvad



triatsüülglütseroolitilgakesed üheks suureks gloobuliks, mis võib moodustada enamiku raku mahust (joonis 1). Rasvarakud on spetsialiseerunud triatsüülglütseroolide sünteesile ja säilitamisele, samuti nende lagundamisele rasvhapeteks, mida transporditakse verega muudesse kudedesse. Rasvkude on ka termoisolaator, aidates säilitada püsivat kehatemperatuuri. (Tymoszek jt, 2016)

Rasvkude jaguneb kolme suuremasse gruppi:

1. lihasisene rasv, mis asetseb lihaskiudude ja lihaskiudude kimpude vahel;
2. lihastevaheline rasv;
3. nahaalne rasv ehk depoorasv. (Feiner, 2006)



**Joonis 1.** Rasvaraku ehk adipotsüüdi elektronmikrofoto. Suurt triatsüülglütseroolide varu ümbritseb õhuke tsütoplasma kiht (Tymoszek jt, 2016)

## 1.1. Rasvkoe keemilised omadused

Rasvad ehk lipiidid on tervisele vajalikud kõige kontsentreeritumad energiaallikad toidus. Rasvkude koosneb umbes 80–85% triglütseroolist, 5–10% veest ja umbes 10% sidekoest. (Feiner, 2006)

Täiskasvanud loomade rasvkude koosneb erinevatest lipiidide kontsentratsioonist ja kogusest, mis määravad ära selle füüsikalised omadused. Rasvkude koosneb 90–98%

triatsetüülgütseriinist, 1–2% diglütseriidist, <1% fosfolipiidist ja <1% kolesteroolist. Noorloomade rasvkude on aga erinev, kuna selles on rohkem vett, mille kogus looma arenedes ja kasvades väheneb ja asendub triatsetüülgütseroolidega. Katsudes on selline rasvkude pehme ja vesine, rasv eraldub väga kergesti lihaskoest ja teistest kudedest. (Lawrence ja Fowler, 2002; Seman, 2008)

Rasvkude koosneb sidekoest ja rasvarakkudest koos veresoonte, kapillaaride ja närvidega. Rasvkude kasvab rasvarakkude arvu ja nende mahu suurenedes. Rasvarakkude arv suureneb kuni looma kuuekuuseks saamiseni. Üldiselt rasvkoe osakaal suureneb looma kehas rasvarakkude mahu kasvu tõttu, kuid see ei pruugi toimuda võrdselt üle kogu looma keha. (Seman, 2008)

Seljapeki keemilisest koostisest (tabelist 1) selgub, et niiskusesisaldus seljapekis on  $13,93 \pm 5,89\%$ , samas on rasva osakaal  $79,10 \pm 5,07\%$  ja kuivainet on  $6,92 \pm 2,76\%$ . (Bothma jt, 2004)

**Tabel 1.** Seljapeki keemiline koostis (Bothma jt, 2014)

Näitaja	Sigade arv	Sisaldus, %		
		niiskus	rasv	kuivaine
Seljapekk	12	$13,93 \pm 5,89$	$79,10 \pm 5,07$	$6,92 \pm 2,76$

Searümba erinevatest piirkondadest võetud rasvkoeproovide keskmine keemiline koostis (tabel 2) näitab, et kõige rohkem vett (9,15%) ja valku (9,72%) on pekis. Suurema rasvasisaldusega on aga neerurasv (97,00%) ja väiksemaga pekk (81,13%). (Rei, 2004)

**Tabel 2.** Sea toorrasva koostis (Rei, 2004)

Toorrasv	Osakaal, %		
	vesi	valk	rasv
Rasvik	6,84	1,56	91,60
Neerurasv	2,61	0,39	97,00
Pekk	9,15	9,72	81,13

Sea rasvkoe toiteväärtus ja rasvasisaldus (vastavalt 3205 kJ/100 g ja 89,5 g/100 g) on tailiha omast suurem (tabel 3). Sea rasvkoes on aga valgusisaldus (2,8 g/100 g) väiksem võrreldes tailihaga. Kolesteroolisisalduse poolest on sea rasvkude (61 mg/100 g) ligilähedane sea tailihaga (66 mg/100 g) ja veise tailihaga (58 mg/100 g).

**Tabel 3.** Liha ja rasvkoe toiteväärtused (100g kohta) (Feiner, 2006, Heinz ja Hautzinger, 2007)

Liha liik	Energia, kJ	Valk, g	Rasv, g	Niiskus, g	Kolesterool, mg	Allikas
Sea tailiha	438	21,6	2,9		66	Feiner, (2006)
Sea rasvkude	3205	2,8	89,5		61	
Veise tailiha	450	21,6	2,9		58	
Lamba tailiha	501	20,4	4,2		67	
Nahata kanaliha	466	20,4	3,1		89	
Sea seljapekk	812	2,9	88,7	7,7		(Heinz ja Hautzinger, 2007)
Veise rasvkude	854	1,5	94,0	4,0		

Olenevalt rasvkoe paksusest (tabel 4), näitab selle kasvamine veesisalduse alanemist ja rasvasisalduse suurenemist. 8 mm paksuse seljapeki korral on rasvkoe veesisaldus 22,4 g/100 g ja rasvasisaldus 69,2 g/100 g, samas 4 mm paksemal pekil on need näitajad vastavalt 17,1 ja 77,0 g/100 g. Algse pekipaksuse suurenemisel kaks korda väheneb rasvkoe veesisaldus 14,1 g/100 ja suureneb rasvasisaldus 81,6 g/100 g-ni. (Wood jt 2008)

**Tabel 4.** Sea rasvkoe keemiline koostis (g/100 g) olenevalt seljapeki paksusest (Wood jt, 2008)

Näitaja	Seljapeki paksus, mm		
	8	12	16
Vesi	22,4	17,1	14,1
Rasv	69,2	77,0	81,6

Shieldsi jt (1983) tulemuste kaudu võib väita, et sea pikima seljalihase pindala kaudu on rümba keemilise koostise hindamine ebatäpne (olenevalt näitajast  $R^2=0,19-0,25$ ). Samas seljapeki paksus võimaldab rümba keemilist koostist hinnata oluliselt täpsemalt, andes valgusisalduse korral hindamistäpsuseks 77%, veesisaldusel 88% ja rasvasisaldusel 90%. Seevastu tuhasisalduse prognoosimise täpsus seljapeki paksuse kaudu on väikese täpsusega ( $R^2=0,34$ ) (tabel 5).

**Tabel 5.** Searümba keemilise koostise hindamise täpsus ultraheliga mõõdetud pikima seljalihase pindala või seljapeki paksuse mõõtmete kaudu (Shields jt, 1983)

Sõltumatu tunnus	Prognoositav keemiline koostis ( $R^2$ )				Sigade arv	Elusmass, kg
	vesi	valk	rasv	tuhk		
Seljalihase pindala	0,25	0,22	0,26	0,19	49	54–145
Seljapeki paksus	0,88	0,77	0,90	0,34	57	36–145

Rasv on triglütseriid, mis koosneb süsiniku, vesiniku ja hapniku molekulidest. Nahaalune rasv, mis on tuntud kui lipiidide kompleks, koosneb süsinikust, vesinikust, hapnikust ning fosforist, lämmastikust ja väävlist. Triglütseriidid on rasvades rasvhapete ja glütseriidi estritena. Vabad rasvhapped (kolm samasugust või erinevat) on seotud glütseriidiga. (Feiner, 2006)

Toatemperatuuril vedelas olekus triglütseriide nimetatakse rasvadeks, samas mõningatel juhtudel nimetatakse toatemperatuuril vedelas olekus triglütseriide ka õlideks (Feiner, 2006).

## 1.2. Rasvhapped

Rasvhapped kujutavad endast vesinikku kandvaid süsinikahelaid, mida kutsutakse süsivesinikeks ning mis lõppevad karboksüülrühmaga. Sõltuvalt rasvhappest on süsivesinikahelatel erinev pikkus ja need võivad omada ühte või kahte kaksiksidet. (Tymoszek jt, 2016) Rasvade küllastumine viitab rasvhapete keemilisele struktuurile (Feiner, 2006).

Rasvades esinevad erinevat tüüpi rasvhapped:

- küllastunud rasvhapped;
- transrasvhapped;
- monoküllastumata rasvhapped;
- polüküllastumata rasvhapped. (Feiner, 2006)

**Küllastunud rasvhapped** on lineaarse struktuuriga ja esinevad sageli süsiniku aatomi numbriga 16 või 18. Küllastunud rasvhapete süsiniku aatomite vahel on üksiksidemed, kaksiksidemeid ei esine. Selline üksiksidemete seos on keemiliselt väheaktiivne ja küllastunud rasvhapped on tavaliselt toatemperatuuril tahked. Loomsed rasvad on valdavalt küllastunud rasvad, sisaldades suures koguses küllastunud rasvhappeid. Loomsetes rasvades tähtsamad küllastunud rasvhapped on steariinhape (C18:0) ja palmitiinhape (C16:0). Null näitab kaksiksidemete puudumist ning numbrid 18 ja 16 näitavad rasvhappe süsinik aatomite arvu. (*Ibid.*)

Steariinhape on unikaalne, kuna ta ei tõsta vere kolesteroolitaset, kuigi teda liigitatakse sageli teiste vere kolesterooli taset tõstvate küllastunud rasvhapete hulka. Steariinhappe peamisteks allikateks on šokolaad, searasv, kaubanduslikud rasvad ja võid. Palmitiinhapet leidub palmirasvas, kalas ja lihas ning on oluline hormoonregulatsioonis. (*Ibid.*)

Küllastunud rasvhapped, millel kaksiksidemed puuduvad on müritsiinhape ( $C_{14}H_{28}O_2$ ), palmitiinhape ( $C_{16}H_{32}O_2$ ) ja steariinhape ( $C_{18}H_{36}O_2$ ), mida iseloomustatakse edaspidi. (*Ibid.*)

**Küllastumata rasvhapped** sisaldavad süsiniku aatomite vahel üht või enam kaksiksidet ja kaksiksidemed esinevas *cis*-konfiguratsioonis. Küllastumata rasvhapped, millel esinevad kaksiksidemed on palmitoleenhape ( $C_{16}H_{31}O_2$ ) ja oleiinhape ( $C_{18}H_{35}O_2$ ) (üks *cis*-kaksikside), linoolhape ( $C_{18}H_{34}O_2$ ) (kaks *cis*-kaksiksidet) ning  $\alpha$ -linoolhape ( $C_{18}H_{33}O_2$ ) (kolm *cis*-kaksiksidet). (*Ibid.*)

**Monoküllastumata rasvhapped** võivad alandada kolesteroolitaset inimeste organismis asendades küllastunud rasvhappeid, kuid samas ei alanda „kasulike“ kõrge tihedusega lipoproteiini (HDL) kolesteroolitaset. Rasvad, mis sisaldavad monoküllastumata rasvhappeid on tavaliselt toatemperatuuril vedelad, kuid võivad tahkuda külmkapis. Monoküllastumata rasvhapped on tervisele kasulikud, need võivad olla südamehaiguste vältimiseks paremad, kui polüküllastumata rasvad. Oleiinhape ( $C_{18:1}$ ) on monoküllastumata rasvhape, milles on üks kaksikside. (*Ibid.*)

**Polüküllastumata rasvhapetel** esineb süsinikuaatomite vahel üks või enam kaksiksidet. Need jaotatakse kahte peamisse gruppi:

- Omega-3-( $\omega$ -3)-rasvhapped, nagu näiteks  $\alpha$ -linoleenhape on esimene rasvhappe  $\omega$ -3-seeriast. Sel rasvhappel on 18 süsiniku aatomit ja tal on kolm kaksiksidet. Teised rasvhapped selles rühmas on dokosaheksaenenhape (DHA) ja eikosapentaenoidhape (EPA).
- Omega-6-( $\omega$ -6)-rasvhapped, nagu näiteks linoolhape on peamine polüküllastumata rasvhape taimsetes õlides, mis pärinevad rapsist, maisist, päevalilledest ja pähklitest. Linoolhape on  $\omega$ -6-rasvhape, millel on 18 süsiniku aatomit ja kaks kaksiksidet. Samasse gruppi kuuluvad veel  $\gamma$ -linoolhape ja arahhidoonhape. Samuti kuulub sinna ka  $\omega$ -9-rasvhapped, nagu näiteks palmitiinhape. (Feiner 2006)

### 1.3. Rasvkoe sulamistemperatuur

Erinevat tüüpi rasvad omavad erinevaid sulamistemperatuure ja maitseid. Rasvad, mis koosnevad enamasti küllastunud rasvhapetest, tekitavad rasvase, teraja aistingu, samal ajal kui küllastumata rasvhapped annavad meeldiva maitse – kreemja, mitte teralise aistingu. (Feiner, 2006)

Rasvhapete sulamistemperatuur sõltub suuresti nii rasvhappe ahela pikkusest, kui ka kaksiksidemete arvust. Küllastunud rasvhapetel on üldiselt kõrgem sulamistemperatuur, kui küllastumata rasvhapetel. Kaksiksidemed, mis esinevad küllastumata rasvhapetes, alandavad sulamistemperatuuri, seetõttu on nendel madalam sulamistemperatuur, kui küllastunud rasvhapetel. Kaksiksidemete arvu suurenedes sulamistemperatuur jällegi alaneb. Rasvhappe ahelapikkuse kasvades sisaldab see rohkem süsinikuaatomeid, mis tõstavad sulamistemperatuuri. Näiteks steariinhappe (18 süsiniku aatomit) sulamistemperatuur on ligikaudu 70 °C, samas kapriinhappe (10 süsiniku aatomit) sulamistemperatuur on ligikaudu 30 °C. Rasv, mis koosneb *cis*-kujulisest kaksiksidemetega rasvamolekulidest, omab madalamat sulamistemperatuuri, kui *trans*-kaksiksidemetega rasv. (Feiner, 2006) Nii näiteks steariinhappe sulamispunkt on 69,6 °C, samas kui oleiinhappel (mis sisaldab ühte *cis*-kaksiksidet) on see 13,4 °C. Lühike ahel ja *cis*-kaksikside seega alandavad rasvhapete ja nende derivaatide sulamistemperatuuri. (Tymoszko jt, 2016) Üldiselt varieerub sulamistemperatuur suurtes piirides, olles veiserasval 43–47, searasval 38–44 ja lindude rasval 31–37 °C (Feiner, 2006).

Rasv, mis koguneb peekoni praadimisel pannile, koosneb peamiselt küllastunud rasvhapetest, mis pärast toatemperatuuril jahtumist tahkestub. Samas oliivõli, mis sisaldab suures kontsentratsioonis olehapet ja veidi ka polüküllastumata rasvhappeid, jääb toatemperatuuril vedelaks. Sulamispunktide erinevus ei ole üksnes keemiline aspekt. Rasvhapete sulamistemperatuurid on rakumembraanide voolavuse reguleerimisel määrava tähtsusega, sobiv voolavus on ülioluline membraanifunktsiooni seisukohalt. (Tymoszko jt, 2016)

Rasvad, mis koosnevad suuremal hulgal küllastunud rasvhapetest, on toatemperatuuril tahked ja mida rohkem on rasvas küllastumata rasvhappeid, seda vedelam on see toatemperatuuril. Küllastumata rasvhapete suurenedes ja küllastunud rasvhapete vähenedes

muutub rasvkude pehmemaks. Seapeki tugevus on tugevalt seotud linoleenhappest sreatiinhappeni. (Wood jt, 2003)

Sulamistemperatuur alaneb küllastumata ja madalmolekulaarsete rasvhapete sisalduse suurenedes, samuti küllastumatus astme, s.t kaksiksidemete arvu suurenemisel rasvhappe radikaalides (Wood jt, 2008). Tabelis 6 on erinevate autorite poolt toodud sea rasvkoe sulamistemperatuurid varieeruvad. Rei (1986) andmetel on searasva sulamistemperatuur 28–48, Feineril (2006) 38–44 ja Almil (2013) 34–44 °C. Bothma (2014) leidis, et sea seljapeki sulamistemperatuur on  $37 \pm 1,38$  °C ja Sharma (2013) uurimuses oli see 30–40 °C ning sea ploomirasval vastavalt 45,3 ja 43–48 °C. Rei (1986) andmetel on searasva sulamistemperatuur (28–48 °C) madalam võrreldes veiserasvaga (32–52 °C), kuid kõrgem kui kanarasval (23–40 °C).

**Tabel 6.** Erinevate kirjandusallikatest pärit rasvkoe sulamistemperatuurid

Rasvkoe liik	Sulamis-temperatuur, °C	Allikas
Searasv	28–48	(Rei, 1986)
Veiserasv	32–52	
Lambarasv	37–55	
Kalkunirasv	31–35	
Kanarasv	23–40	
Hanerasv	26–39	
Kondirasv	16–44	
Sea seljapekk	37,5	(Ветеринария для всех)
Sea ploomirasv	45,3	
Veise neerurasv	49,5–52,0	
Sea seljapekk	37,00	(Bothma jt, 2014)
Searasv	38–44	
Veiserasv	43–47	
Lindude rasv	31–37	
Searasv	34–44	(Alm, 2013)
Veiserasv	40–50	
Kanarasv	23–40	
Sea seljapekk	30–40	(Sharma jt, 2013)
Sea ploomirasv	43–48	
Segatud rasvad	36–45	

Sea rasvkude sulab temperatuuridel 25–50 °C. Rasvkude, mis sisaldab enam küllastumata rasvhappeid, sulab madalamal temperatuuril ning suurema küllastunud rasvhapete sisaldusega rasvkude kõrgemal temperatuuril. (Wood jt, 2008)

## 1.4. Rasvkoe konsistents

Sea rasvkoe kõvadus on oluline kvaliteedinäitaja, mis on otseses seoses rasvhapete koostisega, see mõjutab rasvkoe säilivust ja maitset. Sea, veise ja lamba rasvkoe sulamistemperatuurid ja rasvkoe kõvadus on tugevas seoses nende rasvade steariinhappe (C18:0) kontsentratsioonidega. (Wood jt, 2003)

Rasvkude ei koosne ainult rasvarakkudes asetsevatest rasvhapetest, vaid ka veega seotud sidekoe maatriksist. Sea õhukeses seljapekis on suur vee ja kollageeni kontsentratsioon. Nende komponentide koostise ning steariinhappe (18:0) ja linoolhappe (18:2) kontsentratsiooni järgi on võimalik ennustada rasvkoe kõvadust ja paksust. (*Ibid.*)

Nahaaluse rasvkoe arenedes muutub see ühtlasemaks ja raskem on eristada erinevaid rasvkoe kihte. Rasvkoe kihtide eraldumine halvendab selle välimust, mis on probleemiks värskel sealihal, eriti aga peekoni või sinkide valmistamisel. (Wood jt, 2003) Üldiselt eelistavad tööstused struktuurilt tugevamat seapekki, see tähendab, et rasvas on suurem kogus küllastunud rasvhappeid. Tugevamat pekk on peekoni valmistamisel lihtsam viilutada. Samas soovivad tarbijad väiksema küllastunud rasvhapete kogusega tooteid ja eelistavad suuremat küllastumata rasvhapete sisaldust, mis aga tähendaks pehmemat rasva (pekki). Seega on soovid sealihatoodete osas vastuolulised. (Johntson ja Li, 2011)

Wood jt (2003) märgivad, et uuringud on näidanud rasvkoe elastsuse ja ka kõvaduse tihedat seost vee, kollageeni, steariinhappe (18:0) ja linoolhappe (18:2) kontsentratsiooniga.

Rasva konsistents sõltub suuresti rasvhapete küllastumisest – mida suurem on küllastunud rasvhapete arv, seda kõvem on rasv. Searasvas on suhteliselt suur kogus küllastumata rasvhappeid, mistõttu see on pehme. Samas, veiserasv sisaldab aga enamjaolt küllastunud rasvhappeid ja seetõttu on see kõvema konsistentsiga. Küllastunud rasvhapete tase on rasvades erinev: veiserasval umbes 55–60%, searasval 42–44% ja kodulindude rasval 30%. (Feiner, 2006)

Lihatoodete tootmisel on sea rasvkude, milles on vähe küllastumata rasvhappeid, nagu näiteks puusa- ja kaelapiirkonnas, eelistatum, võrreldes pehmemaga rasvkoega jalgade ja



õlgmiku piirkonnas, kus esineb rohkem küllastumata rasvhappeid. Pehmet rasvkude on parem kasutada emulgeeritud toodetes (näiteks keeduvorstid) ja ei ole soovitatav kasutada fermenteeritud, näiteks salaamitüüpi, toodetes. (*Ibid.*)

Üldiselt on tihkes rasvkoes, mis asub rümba sees, rohkem küllastunud rasvhappeid, kui pehmes rasvkoes, mis asub lihakeha välimistes piirkondades. Näiteks on sea nahaalune pekk ja seljapeki väliskiht, mis on otseselt seotud kamaraga, pehmem, kui seesmised kihid. Pehme rasv sisaldab seetõttu suuremal hulgal sidekude, kui kõva rasvkude. Näiteks kanarasv, mis on pehmeim rasv (selles on suur hulk küllastumata rasvhappeid), sisaldab kõige rohkem sidekude. Teisest küljest, veiserasv, mis on tugeva konsistentsiga, sisaldab vähem sidekude. (*Ibid.*)

Seega, pehme rasv koosneb suuremas osas sidekoest, kuid rasva molekulid sidekoe sees on pehme konsistentsiga (suur hulk küllastumata rasvhappeid). Kõvas rasvas esineb aga vähem sidekude, kuid rasva molekulid sidekoe sees on kõva konsistentsiga (suuremal hulgal küllastunud rasvhappeid). (*Ibid.*)

Foca jt (2013) uurimuses leiti rasvkoe kihtide vahel erinevused nende füüsikaliskemilistes omadustes. Searümba peki välimiste kihtide (kamaraalune) rasvhappeline koostis ja veesisaldus varieeruvad rohkem, kui sisemistes kihtides (tailiha poolsetes kihtides). Välimistes rasvakihtides oli suurem hulk erinevaid rasvhappeid ja vett võrreldes sisemiste rasvakihtidega.

Polüküllastumata (linoolhape ja  $\alpha$ -linoolhape) rasvhapete kaudu on võimalik selgitada 35,5% ulatuses rasvkoe konsistentsist ja küllastumata rasvhapete kaudu 26,6% ning monoküllastumata (palmitoleenhape ja oleiinhape) ja küllastunud rasvhapete (müritsiin, palmitiin, steariin) suhte alusel 2,4% (tabel 7). (Maw jt, 2003)

**Tabel 7.** Rasvhapete sisaldused olenevalt searasva konsistentsist (Maw jt, 2003)

Näitaja	Rasvhape, %						
	müritsiin	palmitiin	palmitoleen	steariin	oleiin	linool	$\alpha$ -linool
Tugev (n=8)	1,59	26,9 <sup>a</sup>	2,49	13,6 <sup>a</sup>	43,7 <sup>a</sup>	10,9 <sup>a</sup>	0,58 <sup>a</sup>
Keskmine/tugev (n=13)	1,53	24,6 <sup>b</sup>	2,41	12,2 <sup>ac</sup>	42,4 <sup>ac</sup>	15,2 <sup>b</sup>	1,40 <sup>b</sup>
Keskmine (n=9)	1,52	24,1 <sup>b</sup>	2,91	11,3 <sup>bc</sup>	42,1 <sup>acd</sup>	16,4 <sup>bc</sup>	1,56 <sup>bc</sup>
Keskmine/pehme (n=12)	1,50	23,8 <sup>b</sup>	2,34	11,3 <sup>bc</sup>	39,9 <sup>bd</sup>	19,1 <sup>c</sup>	1,80 <sup>bc</sup>
Pehme (n=8)	1,47	23,2 <sup>b</sup>	2,49	10,4 <sup>b</sup>	40,2 <sup>bc</sup>	20,1 <sup>c</sup>	1,91 <sup>c</sup>
R <sup>2</sup>	0,04	2,68	0,27	2,82	9,02	17,00	0,27
Olulisus		***		**	*	***	***

a, b, c – sarnased tähed väärtuste lõpus näitavad statistilise erinevuse puudumist ( $p > 0,05$ )

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

Hallenstvedt jt (2012) poolt subjektiivselt hinnatud seljapeki tugevused ei erinenud sugupoolte vahel, olles kuldi pekil 11,2 ja emise pekil 11,1. Statistiliselt oluline erinevus leiti sugupoolte vahel abaosa peki tugevuses, kus kuldi pekil mõõdeti survetugevuseks 155 N ja emise pekil 179 N (tabel 8).

**Tabel 8.** Seapeki tugevus (Hallenstvedt jt, 2012)

Näitaja	Kult	Emis	s	Olulisus <sup>1</sup>
Elusmass, kg	106	107	0,97	ns
Peki tugevus				
seljapekk (skaalal 1–15)	11,2	11,1	0,14	ns
abaosa pekk, N	155	179	11,7	*

s – standardhälve; <sup>1</sup> – statistilist erinevuste sugude vahel: ns – pole oluline ( $p > 0,05$ ); \* –  $p < 0,05$

Kultide ja emiste erinev seljapeki tugevus sõltub monoküllastumata rasvhapete (MUFA) suuremast sisaldusest nende seljapekis, eriti oleiinhappest koos väikese kogusega polüküllastumata rasvhapetega (PUFA), mis annavad rasvkoele suurema tugevuse. Uurimused on näidanud, et PUFA taseme vähendamine söödas suurendab seljapeki tugevust. (Nishioka ja Irie, 2006; Hallenstvedt jt, 2012)

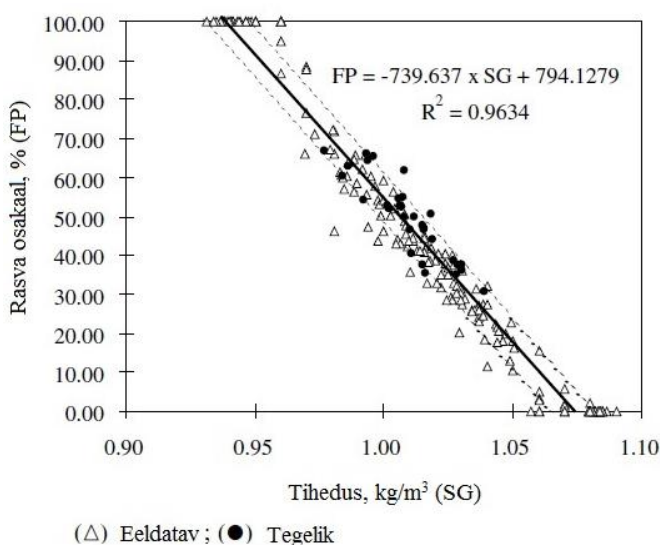
## 1.5. Rasvkoe tihedus

Nii tahkes kui ka sulatatud olekus on rasvad veest kergemad. Nende tihedus on 15 °C temperatuuril 0,915–0,961 kg/m<sup>3</sup>. Rasvade soojusliku paisumise koefitsient on temperatuuri 1 °C kohta keskmiselt 0,0007. (Rei, 1986) Veise rasvkoe tihedus on 0,937–0,953 kg/m<sup>3</sup> ja sea rasvkoe 0,913–0,932 kg/m<sup>3</sup> (20 °C) (Ветеринария для всех).

Yi ja Chen (2003) väitsid, et tihedust (erikaalu), kui füüsikalist suurust, saab kasutada sea kõhuosa rasva osakaalu määramiseks. Seega kõhuosa rasvasisaldust saab määrata selle erikaalu alusel, kas tabel 9 ja joonisel 2 toodud regressioonivõrrandi järgi. Joonise 2 katkendlikud jooned näitavad 83,9% väärtuste variatsiooni (26 tulemust 31st), kusjuures mõõtmistulemuste standardhälve oli 6,30%.

**Tabel 9.** Rasva osakaalu prognoos kõhuosa tiheduse alusel (Yi ja Chen, 2003)

Tihedus kg/m <sup>3</sup>	Prognoositav rasvkoe osakaal	Tihedus kg/m <sup>3</sup>	Prognoositav rasvkoe osakaal	Tihedus kg/m <sup>3</sup>	Prognoositav rasvkoe osakaal
0,938	100,0	0,990	61,89	1,040	24,91
0,945	95,17	0,995	58,19	1,045	21,21
0,950	91,47	1,000	54,49	1,050	17,51
0,955	97,77	1,005	50,79	1,055	13,81
0,960	84,08	1,010	47,09	1,060	10,11
0,965	80,38	1,015	43,40	1,065	6,41
0,970	76,68	1,020	39,70	1,070	2,72
0,975	72,98	1,025	36,00	1,074	0,00
0,980	69,28	1,030	32,30		
0,985	65,59	1,035	28,60		



**Joonis 2.** Searümba kõhuosa rasvasisalduse ja tiheduse seos (Yi ja Chen, 2003)

Sigadel, elusmassiga 36–145 kg, jääb kogu liha (lihaskude koos lihasissese, -vahelise ja pealse rasvkoega) tihedus vahemikku 1,037–1,069 kg/m<sup>3</sup> (tabel 10). Kogu liha tihedus väheneb selle rasvasisalduse suurenedes. Esineb pöördvõrdeline seos sea elusmassi ja rümba rasvkoe osakaalu vahel (Shields jt, 1983).

**Tabel 10.** Rümbe rasvkoe tiheduse ja rasva osakaalu võrdlus sigadel elusmassiga 36–145 kg (Shields jt, 1983)

Elusmass, kg	Rasva osakaal, %	Rasvkoe tihedus, kg/m <sup>3</sup>
36	13,7 ± 1,2	1,069 ± 0,002
54	20,8 ± 1,2	1,063 ± 0,002
73	26,7 ± 2,6	1,055 ± 0,003
91	31,7 ± 1,3	1,050 ± 0,002
109	34,3 ± 1,6	1,048 ± 0,002
127	44,5 ± 1,6	1,035 ± 0,003
145	45,2 ± 2,1	1,037 ± 0,003

## 1.6. Rasvkoe värvus

Sea rasvkude on üldiselt värvusetu, kuid esineb ka kollakat varjundit (Feiner 2006).

Linoolhape on rasvhape, mis iseloomustab kõige paremini kollase värvi varieerumist (esinemist). Palmitiin-, palmitoleiin-, oleiin- ja  $\alpha$ -linoleenhappe regressioonimudelid olid usaldusväärsed ( $p < 0,05$ ), kusjuures kolme esimese rasvhappe osakaalu vähenemine suurendas rasva kollast värvust. Kõikidel rasvhapete (palmitiin-, palmitoleiin-, oleiin-, linool- ja  $\alpha$ -linoleenhappe) osakaal erines valgel rasval oluliselt ( $p < 0,05$ ), võrreldes kollase rasvaga. (tabel 11). (Maw jt, 2003)

**Tabel 11.** Rasvhapete sisaldus (%) kuues erinevas värvuskategoorias (Maw jt, 2003)

Värvus	Rasvhape						
	müritsiin	palmitiin	palmitoleen	steariin	oleiin	linool	$\alpha$ -linoleen
Valge (n=13)	1,59	25,4 <sup>a</sup>	2,69	12,4	42,4 <sup>a</sup>	14,3 <sup>a</sup>	1,19 <sup>a</sup>
Kollakas varjund (n=11)	1,58	24,5 <sup>a</sup>	2,74	11,8	42,2 <sup>a</sup>	15,4 <sup>ab</sup>	1,40 <sup>a</sup>
Kahvatukollane (n=7)	1,50	24,0 <sup>a</sup>	2,41	11,9	39,9 <sup>ab</sup>	18,3 <sup>b</sup>	1,70 <sup>ab</sup>
Kollane (n=3)	1,43	21,4 <sup>b</sup>	2,00	10,1	37,5 <sup>b</sup>	25,2 <sup>c</sup>	2,32 <sup>b</sup>
R <sup>2</sup>	0,03	2,64	0,27	3,40	8,53	17,2	0,38
Olulisus		**			*	**	*
Valge (n=13)	1,59 <sup>a</sup>	25,4	2,69	12,4	42,4	14,3	1,19
Kahvaturoosa (n=9)	1,53 <sup>a</sup>	24,4	2,31	11,8	42,5	16,0	1,34
Roosa (n=7)	1,34 <sup>b</sup>	24,6	2,39	11,00	41,5	17,0	1,70
R <sup>2</sup>	0,02	4,07	0,27	3,65	8,45	19,85	0,49
Tähtsus	**						

a, b, c – sarnased tähed väärtuste lõpus näitavad statistilise erinevuse puudumist ( $p > 0,05$ )

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

Suurem linool- ja  $\alpha$ -linoleenhappe kogus tingib rasvkoe kollakama värvuse, kuna pigmendid on seotud rasvhapetega; rasvhapped ise on värvusetud. Kuigi linool- ja  $\alpha$ -

linoleenhappe sisaldus rasvkoes erines erinevate sigade rümpade abaosa tükkides, ei leitud statistilist erinevust rasva värvustes. Maw jt (2003) järeldasid, et puudub seos rasvhappelise koostise ja rasva värvuse vahel. Rasva värvuse muutumine kollakamaks on pigem tingitud selle pikemast säilitamisest. (Maw jt, 2003)

## 1.7. Rasvalt peegeldunud valguse murdumisnäitaja

Refraktsiooniindeks iseloomustab rasvalt peegeldunud valguskiirte murdumist, mille soovitatav vahemik on 1,453–1,455 ja see sõltub rasva rasvhappelisest koostisest (rasvhapete küllastatuse astmest ja ahela pikkusest). Tugevamini korreleerub refraktsiooniindeks küllastumata rasvhapete sisaldusega ja seetõttu kasutatakse seda näitajat joodiarvu ligikaudseks hindamiseks. (O'Brien, 2004)

Reguleeritava temperatuuriga refraktomeetrit kasutatakse rasvade ja õlide korral tavaliselt temperatuuril 25 °C, kuid mõned rasvad ja õlid on kõrgema sulamistemperatuuriga (40–60 °C). Mida kõrgem on rasva sulamistemperatuur, seda väiksem on selle refraktsiooniindeks. (O'Brien, 2004). Seega mida suurem on joodiarv, seda madalam on sulamistemperatuur (tabel 12). (Sharma jt, 2013)

**Tabel 12.** Erinevatest allikatest pärit rasvkoe joodiarv ja murdumisnäitaja

Rasvkude	Joodiarv	Murdumisnäitaja	Allikas
Searasv	46–70		(Ветеринария
Veiserasv	32–47	1,451–1458	для всех)
Searasv	68,31 ± 2,38		(Bothma jt, 2012)
Searasva prognoositud	66,46 ± 4,91		(Fiegea jt, 2016)
Searasva arvutatud	63,02 ± 6,35		
Searasva arvutatud	65,14 ± 6,65		
Searümba abaosa			
kult (söödeti erineva joodiväärtusega söödaga)	76,7		(Hallenstvedt jt, 2014)
emis (söödeti erineva joodiväärtusega söödaga)	75,9		
kult (palmituuma- ja kalaõli)	65		
emis (palmituuma- ja kalaõli)	65,1		
Searasv	45–75		(Alm, 2013)
Veiserasv	25–45		
Kanarasv	65–75		
Toidu searasv ( <i>lard</i> )	55–65	1,448–1,460	(Sharma jt, 2013)
Sulatatud searasv ( <i>rendered pork fat</i> )	60–72	1,448–1,461	
Kõrgema kvaliteediga sulatatud searasv	36–47	1,448–1,460	
Madalama kvaliteediga searasv	40–53	1,448–1,460	

Tabelist 12 selgub, et searasva joodiarvud erinevad erinevate allikate andmetel. Enamus searasva joodiarvudest jäävad vahemikku 60–70. Sharma jt (2003) katseandmetel oli kõrgema kvaliteediga sulatatud searasva joodiarv 36–47, madalama kvaliteediga searasv aga 40–53.

## **1.8. Rasvkoe sulatamisel saadud kõrned**

Sulatamiseks nimetatakse rasva eraldamist peenestatud toorainest kuumutamise teel. See protsess võib toimuda märg- või kuivmeetodil, mille tulemusena saadakse rasv, kõrned ja märgmeetodil ka puljong. (Soidla jt, 2010)

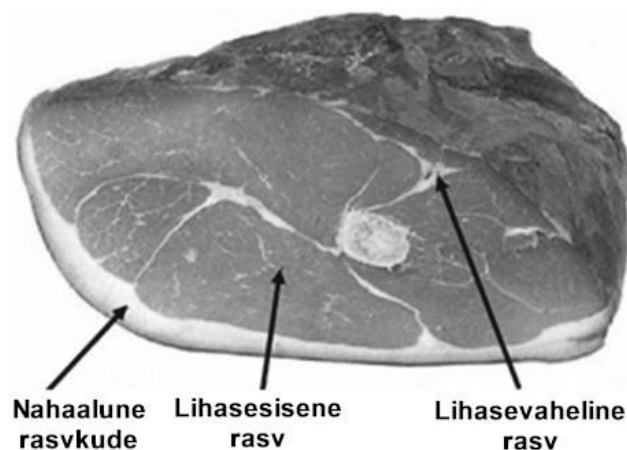
Pehmes toorrasvas asetseb rasv rasvarakkudes, mis on seotud väga tugeva rakkudevahelise aine – kollageen- ja elastiinkiududega. Rakkude sees moodustab rasv teiste rakuosistega keerulisi kolloidsüsteeme. Rasva vabaks väljavoolamiseks on vaja purustada kolloidsüsteem, mille koostisse kuulub rasv, ning lõhkuda tugev rakkudevaheline struktuur. Rasva väljavoolamine pehmest toorrasvast saavutatakse mehaanilise purustamise teel. Rasva kuumutamisel 70–75 °C-ni ei toimu ebasoovitavaid muutusi rasva kvaliteedis, kuid samas ei toimu ka rasvkoe täielikku purustamist. Kõrned võivad sisaldada purustamata rasvarakke. Rasvkoe täielikuks purustamiseks tuleb toorainet kuumutada üle 100 °C, kus rasvasaagis on umbes 75%. Pikaajalisel kuumutamisel halveneb rasva kvaliteet järsult. (Soidla jt, 2010)

Kogu rasva eraldumist rasvkoest pole võimalik ühegi sulatusviisiga saavutada, isegi kudede täielikul purustamisel. Osa rasva jääb kõrnete pooridesse mehaaniliselt suletuna adsorptsiooni- ja kapillaarjõudude tõttu. Pikaajalisel sulatamisel 125–130 °C juures jääb kõrnetesse 20–25% rasva kuivaine kohta. Rasvkoe purustamist soodustab vee lisamine pehmesse toorrasva, kuid kutsub esile ka ebasoovitavaid muutusi. (Rei, 1986, Soidla jt, 2010)

## **1.9. Rasvkoe paksus**

Rasvkude leidub lihastesiseselt, -vaheliselt ja väljaspool lihaskude (joonis 3). Nahaalne rasvkude ehk pekk esineb kihtidena, mille vahel on sidekoeline eralduskiht. Seljapekil täheldatakse vähemalt kahte kihti, kuid võib esineda ka kolm. Looma kasvu kestel

kasvavad need kihid erineva kiirusega ja erinevad ainevahetuslike ensüümide koguse poolest. Samas varieeruvad nad ka rasvhappeliselt koostiselt, kus välimised pekikihid koosnevad vähem küllastunud rasvhapetest võrreldes seesmistega. Lipogeneesi intentsiivsus on suurem seesmisel (teisel) kui välimisel (esimesel) kihil. (Lawrence ja Fowler, 2002; Seman, 2008)



**Joonis 3.** Sealiha erinevat tüüpi rasvaladestused (A. Tänavots)

**Tabel 13.** Erinevates allikates toodud rasvkoe paksused

Rasvude	Paksus, mm	Allikas
Seljapekk (2.–3. viimase ribi vahelt)	16,67 ± 5,54	(Bothma jt, 2012)
Seljapekk Itaalia rasketel (>130 kg) seatõugudel		(Fiegoa jt, 2016)
nimmeosa 3. ja 4. lüli vahelt	30,44 ± 7,72	
3.–4. viimase ribi vahelt	27,14 ± 5,80	
Seljapekk 6.–7. roide kohalt		(Eesti Tõusigade Aretusühistu, 2015)
YxY	17,5	
LxL	16,8	
YxL	17,9	
LxY	17,4	
PxLY	18,2	
DxLY	19,5	
DxYL	18,3	
DLxYL	17,9	

D – djurok, L – eesti maatõug, Y – eesti suur valge tõug, P – pjeträän

Valgete tõugude ristandite seljapekk oli mõnevõrra õhem võrreldes värvilistest tõugudest ristanditega. Seljapeki paksus jäi 16,8–19,5 mm vahele. Tõugude ristamisel suurenes seljapeki paksus, seega on tõuaretusel suur roll seljapeki paksusel ja selle omadustel (tabel 13). (Eesti Tõusigade Aretusühistu, 2015)

**Tabel 14.** Sugupoole mõju sea rasvkoe paksusele (Hallenstvedt jt, 2012)

	Kult	Emis	s	Olulisuse tõenäosus <sup>1</sup>
Elusmass, kg	106	107	0,97	ns
Pekipaksus, mm				
abaosa	11,9	12,4	0,53	ns
kõhuosa 1 (6 cm kolju lõpust)	14,8	14,0	0,54	ns
kõhuosa 2 (viimase ribi juurest)	15,2	14,7	0,82	ns
seljaosa	10,9	12,0	0,54	ns
tagaosa	9,79	11,0	0,57	*

s – standardhälve; <sup>1</sup> – statistiline erinevus sugupoolte vahel: ns – p>0.05; \* – p<0.05

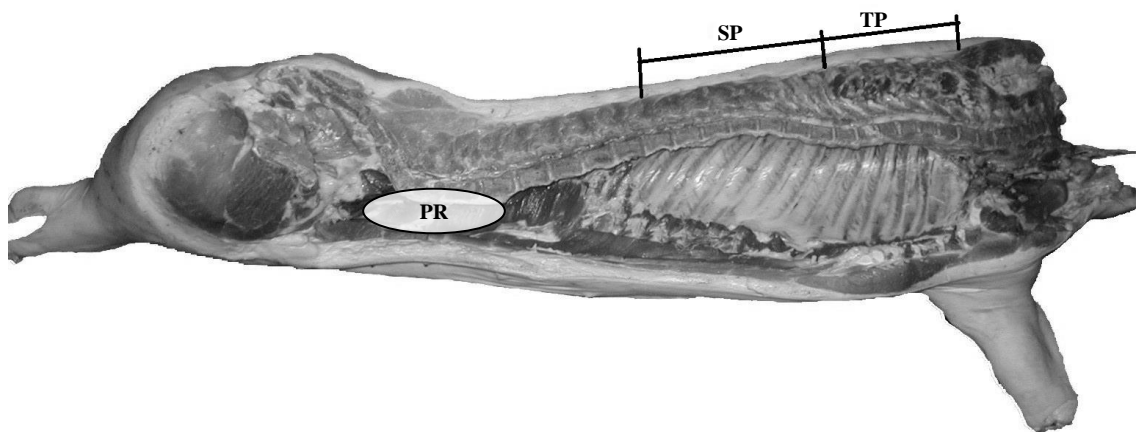
Sea rasvkoe paksust mõjutab sugu. Kultidel on õhem nahaalne rasvkude selja- ja tagaosas (vastavalt 10,9 ja 9,79 mm). Emistel on aga paksem pekk aba-, selja- ja tagaosas (vastavalt 12,4; 12,0; 11,0 mm) ning õhem kõhupekk (14,0 ja 14,7 mm). (tabel 14)



## 2. MATERJAL JA METOODIKA

### 2.1. Katsematerjal

Katsematerjalina kasutati searümba rasvkoest võetud selja- ja turjapeki ning ploomirasva proove (joonis 4). Searümba seljatükist eraldati EMÜ VLI toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia lihalaboris seljapekk koos kamaraga, samas turjapekk ja ploomirasv oli searümbalt eelnevalt tapamajas eraldatud. Rasvkoe proovid pakendati õhukindlalt plastikkottidesse ja säilitati külmkapis +4 °C temperatuuril. Keemilised analüüsid ja rasvkoe struktuurianalüüs viidi läbi 48 tundi pärast tapmist. Olenevalt katsest kasutati analüüsideks seitsme kuni kümne erineva searümba rasvkude. Katsed teostati juhuvaliku teel lihatööstusest saadud toorainega. Proovide analüüsideks ettevalmistamine toimus vastavalt tunnustatud analüüsimetoodikatele.



**Joonis 4.** Rasvkoe proovi võtmise piirkonnad mõõdeti: SP – seljapekk, TP – turjapekk, PR – ploomirasv (A. Tänavots)

### 2.2. Niiskuse ja lenduvate osakeste sisalduse määramine

Rasvkoe niiskuse ja lenduvate osakeste sisalduse määramiseks kasutati EVS–ISO 662:2016 metoodikat, mille aluseks on ISO 661 standard.

**Põhimõte.** Niiskuse ja lenduvate osakeste sisalduse määramine rasvkoest toimus kuumutamise teel.

**Proovi ettevalmistamine.** Rasvaproovi ettevalmistamine toimus ISO 5555:2001 metoodika järgi. Proov tükeldati noaga ja peenestati uhmris homogeenseks massiks.

**Määramine.** Katse algul kaaluti keeduklaas ja termomeeter ning registreeriti nende mass. Seejärel lisati katseklaasi 20 g raskune proov. Pliidi plaadil kuumutati proovi  $103 \pm 2$  °C juures 45 minutit, kuni see saavutas homogeense massi ning niiskus ja lenduvad osakesed olid eraldunud. Kuumutamise kestel jälgiti mullide eraldumist rasvast. Keeduklaas koos termomeetriga jahutati eksikaatoris toatemperatuurini ja kaaluti 0,001 g täpsusega. Kuumutamise, jahutamise ja kaalumise protseduure korrati niikaua, kuni kahe järjestikuse kaalumise tulemuste vahe ei ületanud 2 mg. Sea rasvkoe niiskus ja lenduvad osakesed määrati kümnest erinevast seljapekist.

**Tulemuste esitamine.** Algproovi ja kuumutatud proovi massi vahe näitab niiskussisalduse ja lenduvate osakeste kogust.

### 2.3. Tuhasisalduse määramine

Rasvkoe tuhasisalduse määramiseks kasutati ISO 936:1998 standardile vastavat metoodikat „*Meat and meat products – Determination of total ash*“.

**Põhimõte.** Uuritav proov kuivatati, söestati ja tuhastati temperatuuril  $550 \pm 25$  °C, mille jääk kaaluti pärast jahutamist.

**Proovide võtmine ja ettevalmistamine.** Rasvkoe proovidelt eemaldati kamar ja lihaskude, peenestati noaga ning homogeniseeriti uhmris. Ettevalmistatud proovi analüüs toimus 24 tunni jooksul.

**Määramine.** Portselantiigel asetati muhvelahju, kuumutati 20 minutit  $550 \pm 25$  °C juures, seejärel lasti tiigil eksikaatoris jahtuda toatemperatuurini ja kaaluti ( $m_0$ ) ning tulemus registreeriti 0,1 mg täpsusega. Tiiglisse pandi 0,5 g homogeniseeritud proovi ja kaaluti ( $m_1$ ) 0,1 mg täpsusega. Tiigel koos prooviga asetati muhvelahju, temperatuuril lasti järkjärgult 5–6 tunni jooksul tõusta  $550 \pm 25$  °C juurde. Kuumutamist jätkati samal temperatuuril, kuni tuhk muutus hallikasvalgeks. Pärast kuumutamist võeti tiigel koos tuhaga muhvelahjust ja asetati eksikaatorisse jahtuma. Pärast jahutamist tiigel kaaluti ( $m_2$ )

0,1 mg täpsusega. Sea rasvkoe tuhasisalduse määramiseks kümnest erinevast seljapekist.

**Tulemuste esitamine.** Tuhasisaldus leiti kasutades järgmist valemit 2.1. (ISO 936:1998):

$$w_a = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0) \times 100, \quad (2.1.)$$

kus  $m_0$  – tühja tiigli mass, grammides;

$m_1$  – tiigli mass koos katsekogusega enne tuhastamist grammides;

$m_2$  – tiigli mass koos tuhaga grammides.

$w_a$  – tuhasisaldus, massiprotsentides

## 2.4. Valgusisalduse määramine

Rasvkoe valgusisaldust määramiseks kasutatakse Kjelted seadme abil (Tecator Application Note AN 30/81) Eesti Vabariigis kehtiva EVS–ISO 937:1978 „*Meat and meat products – Determination of nitrogen content (Reference method)*” ja AOAC Official Method 981.10 – „*Crude protein in Meat*” standardi kohaselt. Rasvkoe valgusisaldus on valgu mass, mis vastab esitatud tingimustel määratud ammoniaagi hulgale, suhtena proovi massi.

**Põhimõte.** Katsekogus tuhastati kontsentreeritud väävelhappega, kasutades katalüsaatorina vask(II)sulfaati, seejuures muundus orgaaniline lämmastik amooniumioonideks. Keskkonna leeliseliseks muutmisel eralduv ammoniaak destilleeriti vastuvõtjas olevasse boorhappelahusesse, millest määrati soolhappega tiitrimisel seotud ammoniaagi hulk. Viimase alusel arvutati lämmastikuisaldus proovis ja selle alusel leiti valgusisaldus.

**Proovide ettevalmistamine.** Rasvkoe proovid vabastati kestast või nahast, peenestati noaga ja homogeniseeriti uhmriga. Ettevalmistatud proovi analüüs toimus 24 tunni jooksul.

**Määramine.** Umbes 0,5 g proovist kaaluti 0,001 g täpsusega rasvakindlale paberile, mis asetati koos prooviga põletuskolbi. Seejärel lisati sinna katalüsaatoriks kaks Kjeltabsi tabletti (SE–263 21 Höganäs, Rootsi) ja 16 ml kontsentreeritud väävelhapet ( $H_2SO_4$ ). Kolvid koos restiga asetati põletusblokki, kus neid kuumutati 420 °C juures 60 minutit. Kuumutamise vältel jälgiti, et happesuse äratõmbe intensiivsust, et vältida väävelhappe liigset eraldamist, mis võis põhjustada lämmastiku kadu. Pärast põletamist vedelikuga kolvid jahtusid. Jahutatud kolvid põletatud prooviga asetati automaatanalüsaatorisse, lahjendati 80 ml destilleeritud veega ja lisati 50 ml 40% naatriumhüdroksiid ( $NaOH$ )

lahust. Tekkinud ammoniaak destilleeriti veeauruga vastuvõtjas olevasse 1% boorhappelahusesse ja tiitriti automaatselt standardiseeritud 0,2 N soolhappe (HCl) lahusega. Enne analüüsiseeriat teostati katsetulemuste õigsuse tagamiseks tiitrimise tühikatse. Sea rasvkoe valgusisaldus määrati kümnest erinevast seljapekist.

**Tulemuste esitamine.** Lämmastikuisaldus massiprotsentides leiti, kasutades järgmist valemit 2.2. (EVS–ISO 937:1978):

$$\%N=0,0014\times(V_1-V_0)\times100\times m \quad (2.2.)$$

kus

$V_0$  – tühikatse tiitrimiseks kulunud 0,2N soolhappe (HCl) lahuse hulk;

$V_1$  – proovi tiitrimiseks kulunud 0,2 N soolhappe (HCl) lahuse hulk;

$m$  – katsekoguse mass grammides.

## 2.5. Rasvasisalduse määramine

Töös leiti seljapeki rasvasisaldus arvutuslikul teel, kui oli teada selle niiskuse-, tuha- ja valgusisaldus, kasutades järgmist valemit 2.3.:

$$\text{Rasvasisaldus, \%} = 100 - (\text{valk, \%} + \text{tuhk, \%} + \text{niiskus, \%}) \quad (2.3.)$$

Sea rasvkoe rasvasisalduse määrati kümnest erinevast seljapekist.

## 2.6. Kõrnete määramine seljapekist

Kõrned on valku sisaldav rasvade sulamise jääk, millest on osaliselt eraldatud vesi ja rasv. Kõrned tekkisid seljapeki proovi massi vähenemisel selle kuumutamisel ja rasva filtreerimisel.

**Põhimõte.** Uuritava proovi kuumutamine  $103 \pm 2$  °C juures ja massikao määramine.

**Proovide ettevalmistamine.** Proovimaterjali saamiseks eemaldati rasvkoest kamar ja lihaskude ning kaaluti umbes 10 g proovitükk.

**Määramine.** Büksis olev rasvkoe proov kaaluti ja asetati ahju 4 tunniks  $103 \pm 2$  °C temperatuuri juures. Pärast kuumutamist lasti proovil jahtuda, kust hiljem pressiti kõrnetesse jäänud üleliigne rasv välja. Jahutatud kõrned kaaluti ja leiti massikadu, mis

väljendati protsentides. Sea rasvkoe kõrnete osakaal määrati kümnest erinevast selja- ja turjapekist ning ploomirasvast.

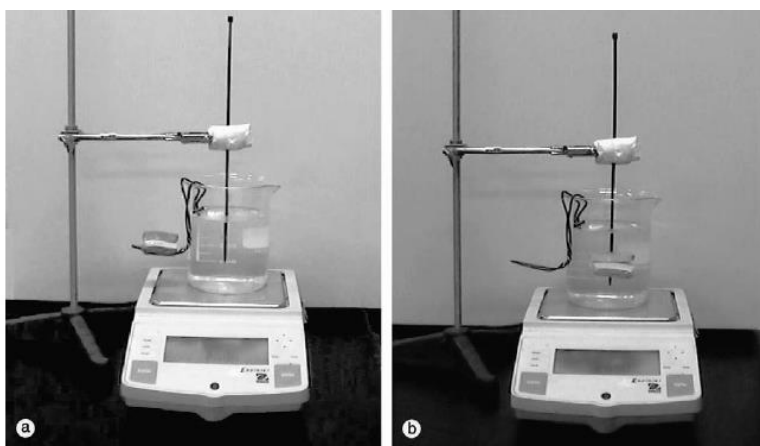
## 2.7. Tiheduse määramine

Tihedus määrati rasvkoe proovide vette kastmise (uputamise) meetodiga.

**Põhimõte.** Uuritav proov kaaluti õhus ja vees ning Archimedeese meetodil arvutati selle tihedus.

**Proovide ettevalmistamine.** Rasvkude eraldati lihaskoest ja kamarast.

**Määramine.** Keeduklaas täideti destilleeritud veega ja asetati kaalule (joonis 5). Statiivi külge ühendati klamber ja varras, mis ulatus allapoole vee pinda. Keeduklaasi välise serva külge riputati traadist ring. Kaalumiseks kasutatavad vahendid nulliti ja esmalt kaaluti proov traadiringil õhus. Seejärel torgati proov läbi varda, ning asetati vette keeduklaasi külgi ega põhja puutumata. (Yi ja Chen, 2003) Sea rasvkoe ja kamara tihedus määrati kümnest erinevast seljapekist ja kamarast.



(a) Proovi kaalumine traat ringil

(b) Proovi kaalumine varda otsas vette kastmisega

**Joonis 5.** Tiheduse määramine (Yi ja Chen, 2003)

**Tulemuste esitamine.** Proovi tihedus määrati Archimedeese meetodil ja arvutati järgmise valemiga 2.4. (Yi ja Chen, 2003; muudetud autori poolt):

$$\rho = m_{\delta} / m_v \quad (2.4.)$$

$m_{\delta}$  – mass õhus grammides,

$m_v$  – mass vees grammides

## 2.8. Rasva sulamistemperatuuri määramine

Rasva sulamistemperatuuri mõõdeti ITP analüsaatoriga (Ukraina), mis koosnes küvetihoidjast koos spetsiaalsete küvettidega, sulatusplokist, mõõteplokist ja personaalarvutis olevast tarkvarast. Aparaat oli varustatud silindrikujulise klaasist küvetiga, mis paigutati küvetihoidlasse ja täideti sulas olekus (soojendatud 50 °C-ni) oleva analüüsitava rasvaga. Rasvaga täidetud küvett jahutati 10 minuti jooksul külmkapis 0 °C juures. Seejärel paigutati küvett hangunud rasvaga soojendusploki ja valiti arvutiprogrammist „Sulamistemperatuuri mõõterežiim“. Edasine rasva sulamistemperatuuri määramine toimus automaatrežiimil, kus küveti soojendamise protsessi ja rasva läbipaistvuse taset kontrollib arvutiprogramm. Sea rasvkoe sulamistemperatuur määrati kümnest erinevast seljapekist ning üheksast turjapekist ja ploomirasvast, mille esimesed katsed jäeti välja nende ebaõnnestumise tõttu.

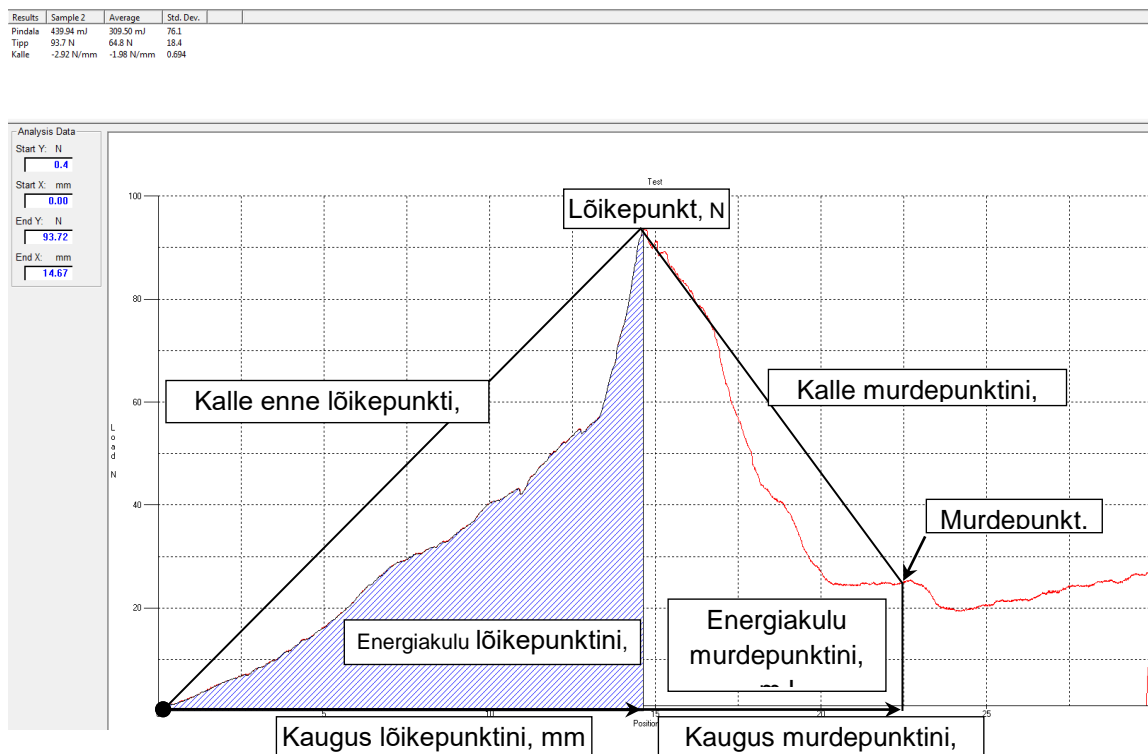
## 2.9. Rasvkoe lõikejõu määramine

**Põhimõte** Rasvkoe tekstuuri määrati analüsaatoriga TA.XTplus (Suurbritannia) peki tarbeks kohandatud arvutitarkvaraga (Stable Micro System Ltd., 2011).

**Proovide ettevalmistamine.** Proovitükkide ettevalmistamine ja lõiketugevuse määramine toimus vastavalt Warner-Brazleri metoodikale. Enne proovsüdamike lõikamist tuli parema lõiketugevuse saavutamiseks toores pekk jahutada temperatuuril –2 °C umbes üks tund. Proovitükkide lõikamiseks kasutati puurpink, millele oli kinnitatud proovivõtu toru diameetriga 11 mm. Igast pekiproovist lõigati risti kamaraga kuni kümme puursüdamikku.

**Määramine.** Rasvkoe puursüdamik asetati proovialusele ja seejärel alustati nende lõikamist keskkohast. Rasvkoe lõikamiseks kasutati 1,016 mm paksust V-kujulist 60° nurgaga lõiketera, mille liikumise kiirus oli 20 mm/sek ning proovile rakendatav maksimaalne jõud oli 50 kgf (ligikaudu 500 N). Lihaproovi lõikeulatus oli võimalik reguleerida, antud määrange korral oli see näitaja 20 mm. Sea rasvkoe lõikejõud määrati kümne erinevast seljapekist ning üheksast turjapekist ja ploomirasvast, millest esimesed katsed jäeti välja nende ebaõnnestumiste tõttu.

**Tulemuste esitamine.** Tulemuste väljund esitati graafiku kujul (joonis 6), kus oli kajastatud lõikepunkt. Keskmiste katsetulemuste arvutamisel võeti arvesse kümme proovi, elimineerides eelnevalt äärmuslikud väärtused. (Põldvere, 2011)



**Joonis 6.** Warner - Bratzleri testi väljundgraafiku alusel teostatud mõõtmised (Põldvere, 2011)

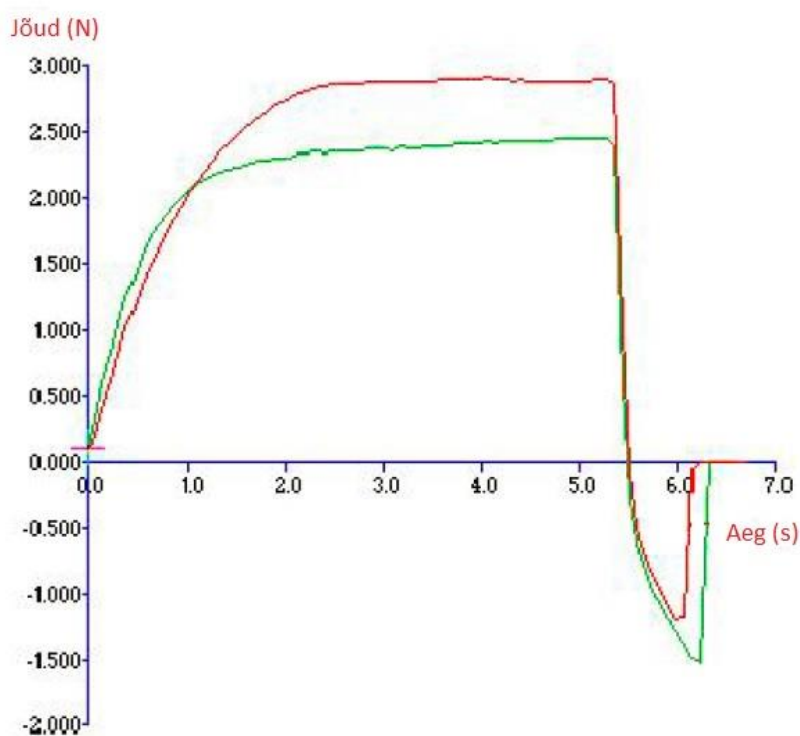
## 2.10. Rasvkoe survetugevuse määramine

**Põhimõte.** Rasvkoe tekstuuri määramiseks kasutati TA.XTplus analüsaatorit (Suurbritannia), survepulka ja rasvkoe tarbeks kohandatud arvutitarkvara (Stable Micro System Ltd., 2011).

**Proovide ettevalmistamine.** Proovitükkide ettevalmistamine toimus vastavalt Stable Micro System Ltd. juhendile. Rasvkoelt eemaldati kamar ja lihaskude. Katsetes kasutatud pekist lõigati 10 mm paksused ja vähemalt 10 mm laiused proovitükid.. Katse-eelselt jahutati neid vähemalt 10 minutit temperatuuri +3...+5 °C juures.

**Määramine.** Proovitükk asutati proovialusele ja seejärel alustati mõõtmist survepulga. Survepulk liikus proovi sisse kiirusel 1,5 mm/s 5 mm ulatuses. Sea rasvkoe survetugevus määrati üheksast erinevast selja- ja turjapekist ning ploomirasvast.

**Tulemuste esitamine.** Tulemused esitati graafiku kujul (joonis 7), kus oli kajastatud maksimaalne survejõu (survepunkt). Katsetulemuste arvutamisel võetakse arvesse kümne proovi keskmine, elimineerides äärmuslikud väärtused. (Stable Micro System Ltd., 2011, Põldvere, 2011)



**Joonis 7.** Survetugevuse graafik (Stable Micro System Ltd., 2011)

## 2.11. Rasvkoe värvuse määramine

**Põhimõte.** Rasvkoe värvus määrati seadmega Opto Stari (Mätthäus GmbH & Co. KG, Saksamaa).

**Proovide ettevalmistamine.** Rasvkoelt eemaldati lihaskude või määrati värvus lihaskoeta ja kamarata alalt.



**Määramine.** Rasvkoe värvus määrati optomeetriga Opto Star, mille andur suunati värvuse määramiseks uuritavale pinnale. Seade mõõtis pinnalt peegeldunud või neeldunud valguse intensiivsust spetsiaalse fotodiodi abil. Sea rasvkoe värvus määrati üheksast erinevast ploomirasvast, mille esimene katse jäeti välja nende ebaõnnestumise tõttu, ning seitsmest selja- ja turjapekist, mille esimesed ja kaks viimast katset jäeti välja nende ebaõnnestumise tõttu.

## 2.12. Rasvkoe joodiarvu määramine murdumisnäitaja kaudu

**Põhimõte.** Joodiarvu abil on võimalik määrata rasva rasvhappeliste koostist. Joodiarvu määramiseks kasutati EVS–EN ISO 6320:2000 „*Animal and vegetable fats and oils – Determination of refractive index*“ standardile vastavat meetodit.

**Proovide ettevalmistamine.** Katsetükist eraldatud pekk puhastati kamarast ja sidekoest, peenestades seda seejärel noaga võimalikult väikesteks tükkideks. Järgnevalt paigutati peenestatud pekitükid mikrolaine ahju (Moulinex Micro-chef 750 W, Saksamaa) nõrgima kuumuse juurde sulama, kus nendest umbes 4–5 minuti jooksul eraldus rasvkoest rasv ja kõrned.

**Määramine.** Pärast võeti pipetiga umbes 1 ml sulatamise saadud rasva ja asetati refraktomeetri 40 °C temperatuurile reguleeritud klaaspinnale. Sea rasvkoe joodiarv määrati üheksast erinevast selja- ja turjapekist ning ploomirasvast, mille esimesed katsed jäeti välja nende ebaõnnestumise tõttu.

**Tulemuste esitamine.** Saadud refraktomeetri näit registreeriti. Joodiarvu leidmisel, iga sulamiskeskkonna temperatuuri kraadi (°C) kohta, tuleb valemisse liita juurde 0,000385. Joodiarv arvutamiseks kasutati järgmist valemit 2.5. (O’Brien 2004)

$$Joodiarv = 8661,723 \times \text{Refraktsiooniindeks temperatuuril } 25\text{ °C} - 12626,174 \quad (2.5.)$$

## **2.13. Lihassilma peal oleva peki pindala**

**Põhimõte.** Määrati seljalihase peal oleva peki pindala.

**Proovide võtmine ja ettevalmistamine.** Searümba 6. ja 7. roide vahel kohal seljatükist lõigati risti pikima seljalihasega 5 cm paksune proovitükk.

**Määramine.** Statiivile asetatud fotoaparaadiga tehti pilt lihassilmast koos selle peal oleva pekikihi. Saadud foto salvestati arvutisse ja arvutiprogrammiga Scan Star mõõdeti lihassilma peale jääva seljapeki pindala ja selle paksus pekikihi õhemast kohast. Sea rasvkoe pindala ning kõige õhem koht määrati kümnest erinevast seljapekist.

**Tulemuste esitamine.** Pekipindala määrati cm<sup>2</sup>-des.

## **2.14. Seljapeki paksuse määramine**

**Põhimõte.** Määrati seljapeki paksus.

**Proovide võtmine ja ettevalmistamine.** Seljapeki paksused määrati rümba neljast kohast - turjalt, kõige õhemast kohast, 6. ja 7. roide vahelt ja landeosast koos kamaraga.

**Määramine.** Mõõtmise toimus joonlauaga. Sea rasvkoe paksuse määrati kümnest erinevast seljapekist.

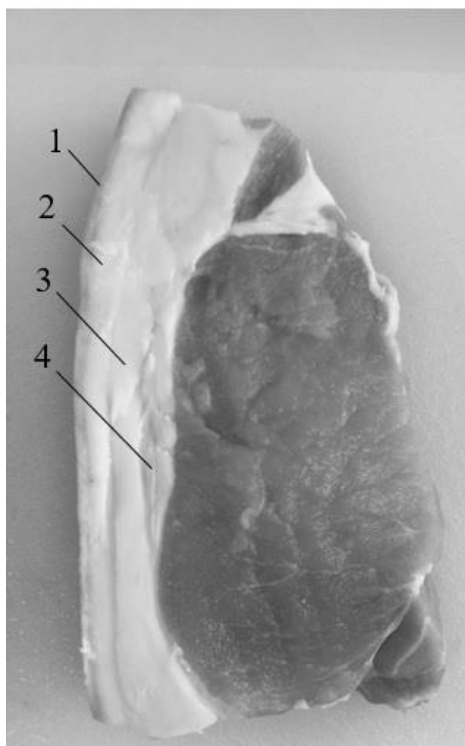
**Tulemuste esitamine.** Paksuse mõõtmistulemused esitati arvuliselt (cm).

## **2.15. Rasvkoe kihtide määramine**

**Põhimõte.** Pekk koosneb silmaga nähtavast kolmest kihist, mille paksus määrati mõõtmise teel. Esimene pekikiht on kamaraga seotud, teine kiht on esimese ja teise kihi keskel ning kolmas kiht on lihaskoega seotud.

**Proovide ettevalmistamine.** Seljalihase ristlõikepinna kohale jääva rasvkoe kihtide paksus määrati mõõtmise teel.

**Määramine.** Määramist teostati joonlauaga. Sea rasvkoe seljapeki kamara, kamara lähise, keskmise ja lihapoolse pekikihi paksus määrati kümnest erinevast seljapekist (joonis 8).



**Joonis 8.** Seljapeki kihid: 1–kamar, 2–kamarapoolne kiht, 3–keskmise kiht, 4–lihapoolne kiht

**Tulemuste esitamine.** Rasvkoe kihtide paksuste esitamine arvuliselt (cm).

## 2.16. Statistiline analüüs

Andmete analüüs teostati MS Excel 2013, kus leiti tunnuste keskvärtused ja standardhälbed. Erinevate rasvkoeliikide vaheline erinevus leiti ühefaktorilise variatsioonaalüüsiga (*Single factor ANOVA*). Statistilise erinevuse ilmnemisel leiti kahe grupi erinevus *student t*-testiga.

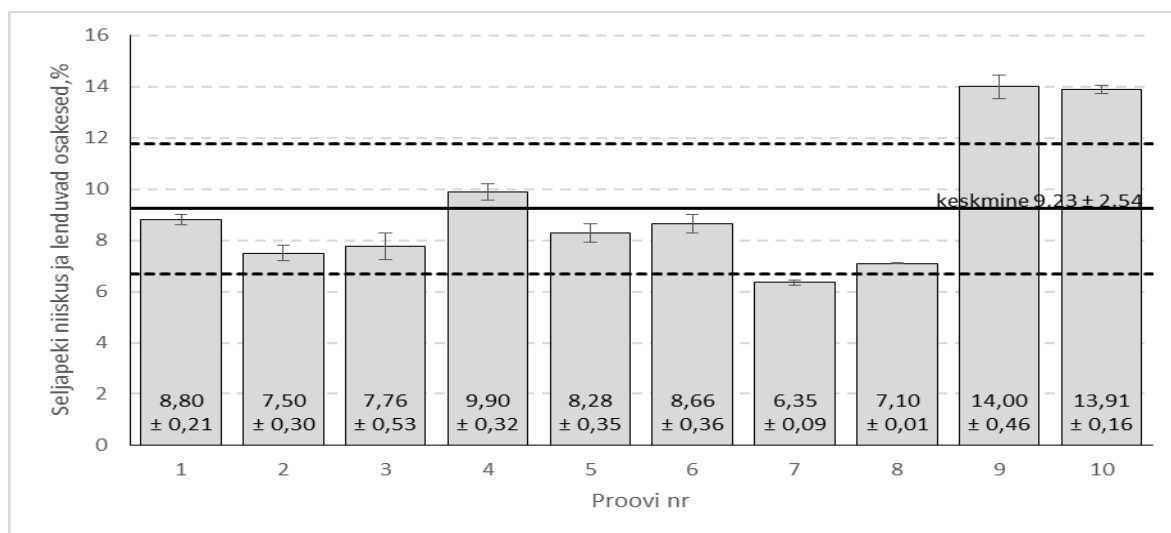
Olulise tõenäosuse tasemed on esitatud tavapäraselt: \*\*\* –  $p < 0,001$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \* –  $p < 0,05$ ; # –  $p < 0,1$ . Keskmiste oluliste erinevuste esitamiseks kasutati ülaindeksina tähti (a ja b), kus erinevate tähtedega tähistatud sama rea valimi keskmised erinevad oluliselt ( $p < 0,05$ ). Tunnustevaheliste seoste leidmiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonanalüüsi.

### 3. TULEMUSED JA ARUTELU

#### 3.1. Rasvkoe keemiline koostis

Bothma (2014) andmetel on seljapeki niiskusesisaldus  $13,93 \pm 5,89\%$ , mis sarnaneb käesoleva katse tulemusega.

Katsetulemustest selgus (joonis 9), et erinevatest rümpadest pärit seljapeki niiskuse ja lenduvate osakeste sisaldus varieerus 6,35–14,00% (keskmine 9,23%). 9. ja 10. searümba seljapeki niiskuse ja lenduvate osakeste sisaldus oli suurem (vastavalt 14,0 ja 13,91%), kui teistel proovidel. Väikseima (7. proov 6,35%) ja suurima (9. proov 14,00%) väärtuse vahe oli 7,65%.

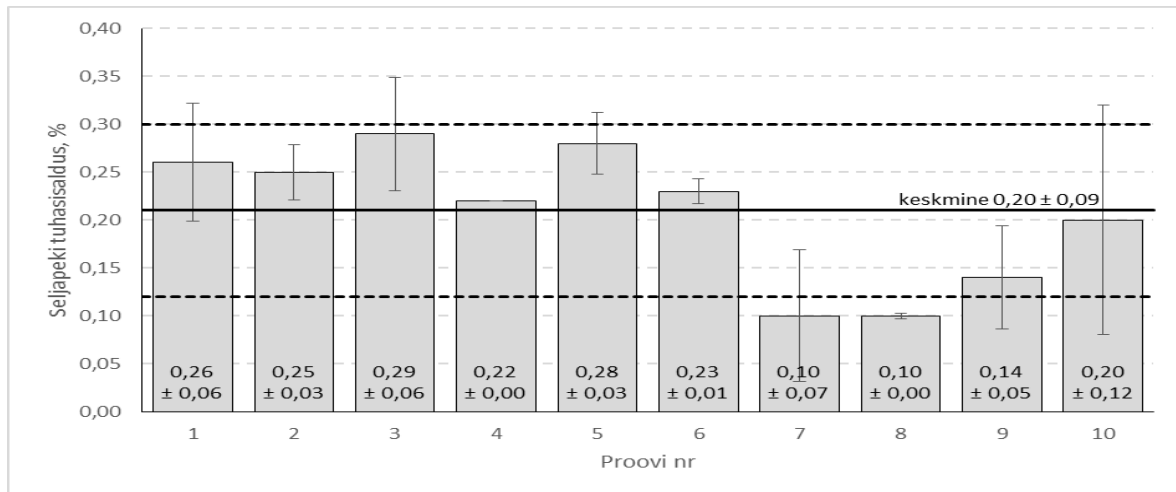


**Joonis 9.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) niiskuse ja lenduvate osakeste sisaldus

Enim varieerusid 3. ja 9. searümba seljapeki proovi tulemused (vastavalt  $s=0,53$  ja  $0,46\%$ ) ning kõige ühtlikum oli 8. proov ( $s=0,01\%$ ). Mida kõrgem on rasvkoe niiskusesisaldus, seda pehmem on rasvkude ja seda raskem on seda töödelda.

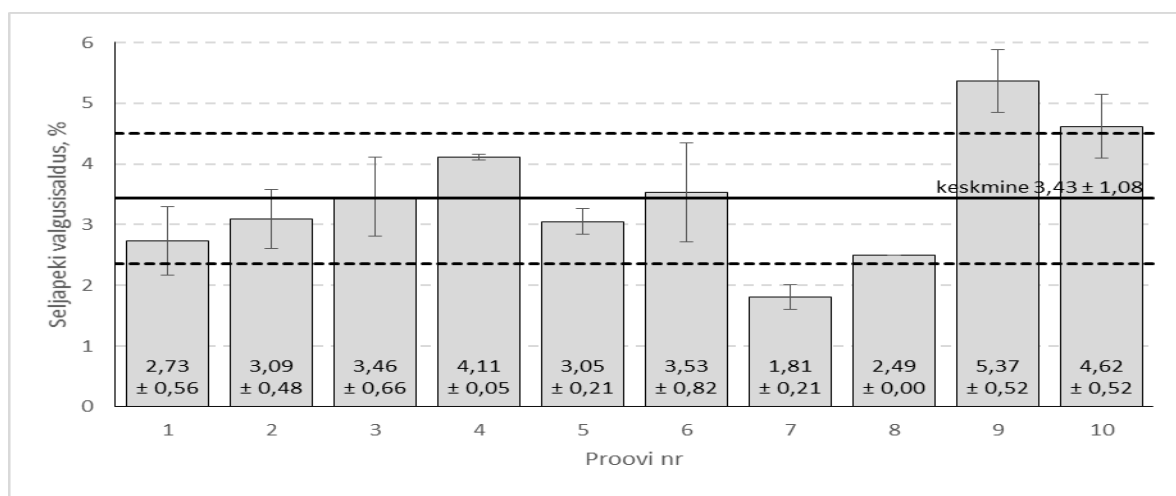
Katsesigade seljapeki keskmine tuhasisaldus oli 0,20%, varieerudes 0,10–0,29%. Madalamad tuhasisaldused olid 7. ja 8. searümba seljapekil (0,10%) Madalaima ja

kõrgeima väärtuse vahe lihaste lõikes oli 0,19%, Suurim varieeruvus oli 10. seal ( $s=0,12\%$ ) ning väiksem 8. ( $s=0,00\%$ ) (joonis 10). Seljapeki tuhasisaldus näitab mineraalainete jääki, mis võib sõltuda sigade söötmisstrateegiast.



**Joonis 10.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) tuhasisaldus

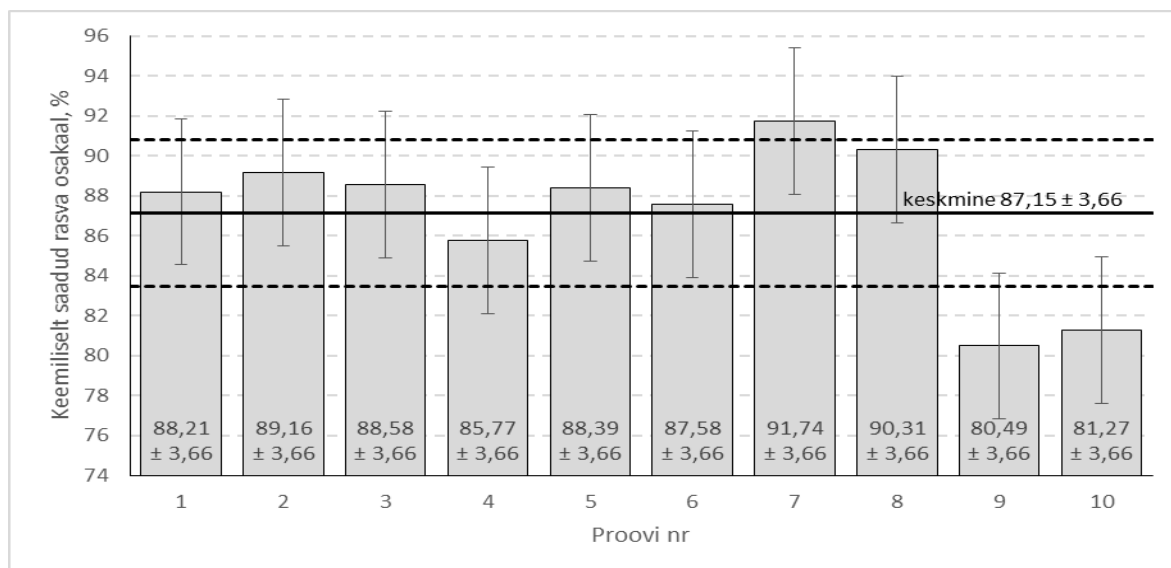
Antud katsetulemuste põhjal jäi seljapeki valgusisaldus vahemikku 1,81–5,37%, olles keskmiselt 3,43%. Suurim valgusisaldus saadi 9. ja 10. searümba proovil (vastavalt 5,37 ja 4,62%) ning väiksem valgusisaldus oli 7. proovil (1,81%). Kõrgema ja madalama valgusisalduse väärtuste vahe oli 3,56%. Kõige rohkem varieerusid 3. ja 6. searümbalt saadud seljapeki valgusisalduse näitajad (vastavalt  $s=0,66$  ja 0,82%) (joonis 11).



**Joonis 11.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) valgusisaldus

Feineri (2006) ja Rei (2004) andmetel on searümpade seljapeki valgusisaldus vastavalt 10% ja 9,72%. Eestis erinevatest tõukombinatsioonidest sigadega läbiviidud katsetes saadi seljapeki valgusisalduseks 7,1–10,84%. (Põldvere jt, 2015)

Antud töös (joonis 12) varieerus aga rasvasisaldus veidi suuremates piirides, olles 80,49–91,74%. Suurima (91,74%) ja väiksema (80,49%) rasva osakaalu vahe oli 11,25%. Katsetulemused olid varieeruvad ( $s=3,66\%$ ), mis võis olla tingitud asjaolust, et seljapeki rasva osakaal määrati arvutuslikult. Sigade seljapeki rasva osakaalu keskmiste väärtuste varieeruvus võis olla põhjustatud sigade erinevast söötmisstrateegiast, tõust, geneetilistest aspektidest, vanusest jt faktoritest.



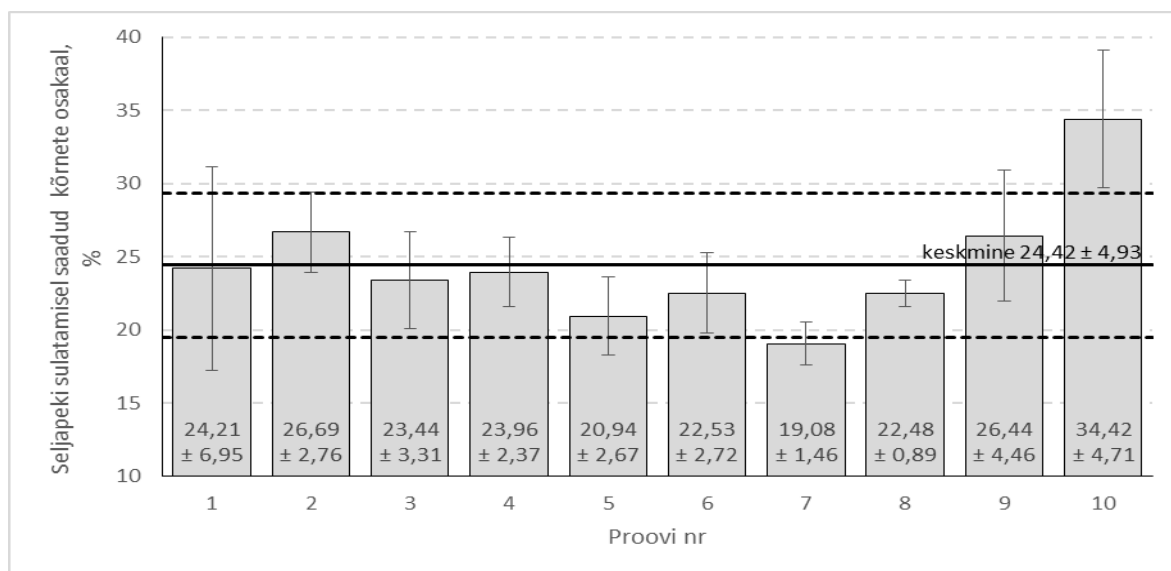
**Joonis 12.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) arvutuslik rasva osakaal

Katseandmetel oli keskmine seljapeki rasva osakaal 87,15%, mis on kõrgem Feineri (2006) poolt leitud (80–85%). Bothma (2014) sai läbiviidud katses seljapeki rasvasisalduseks  $79,10 \pm 5,07\%$ . Eestis läbiviidud erinevatest tõukombinatsioonidest ristandsigadega läbiviidud katsetes saadi seljapeki vaba rasva sisalduseks 80,65–82,91%. (Põldvere jt, 2015)

### 3.2. Rasvkudede sulatamisel saadud kõrnete osakaal

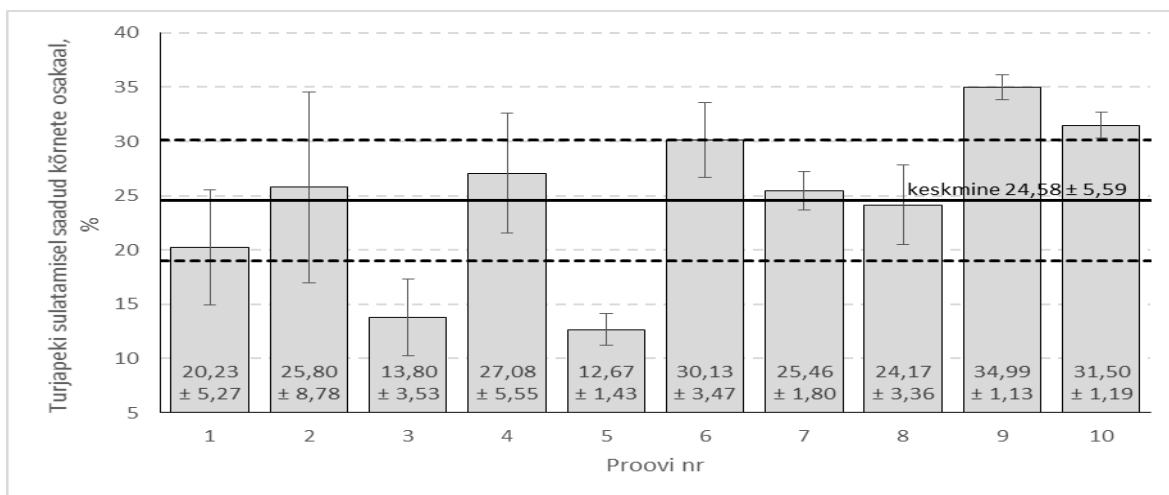
Olenevalt tõukombinatsioonist kõigub eesti sigade seljapeki kõrnete osakaal 33,32–43,48% (Pöldvere jt, 2015).

Seljapeki sulatamisel saadud keskmine kõrnete osakaal oli 24,42%, jäädes vahemikku 19,08–34,42%. Enam saadi kõrneid 10. sea seljapekist (34,42%) ning vähem 7. sealt saadud proovist (19,08%). Suurima ja väiksema tulemuse vahe oli 15,3%. Enam varieerusid 1. ja 10. sea seljapekist saadud kõrnete sisaldused (vastavalt  $s=6,95$  ja  $4,71\%$ ). Valgusisaldusel oli positiivne tugev seos kõrnete sisaldusega ( $r=0,72$ ;  $p<0,05$ ) (tabel 15). Mida suurem on seljapeki valgusisaldus, seda suurem on ka selle kõrnete sisaldus (joonis 13).



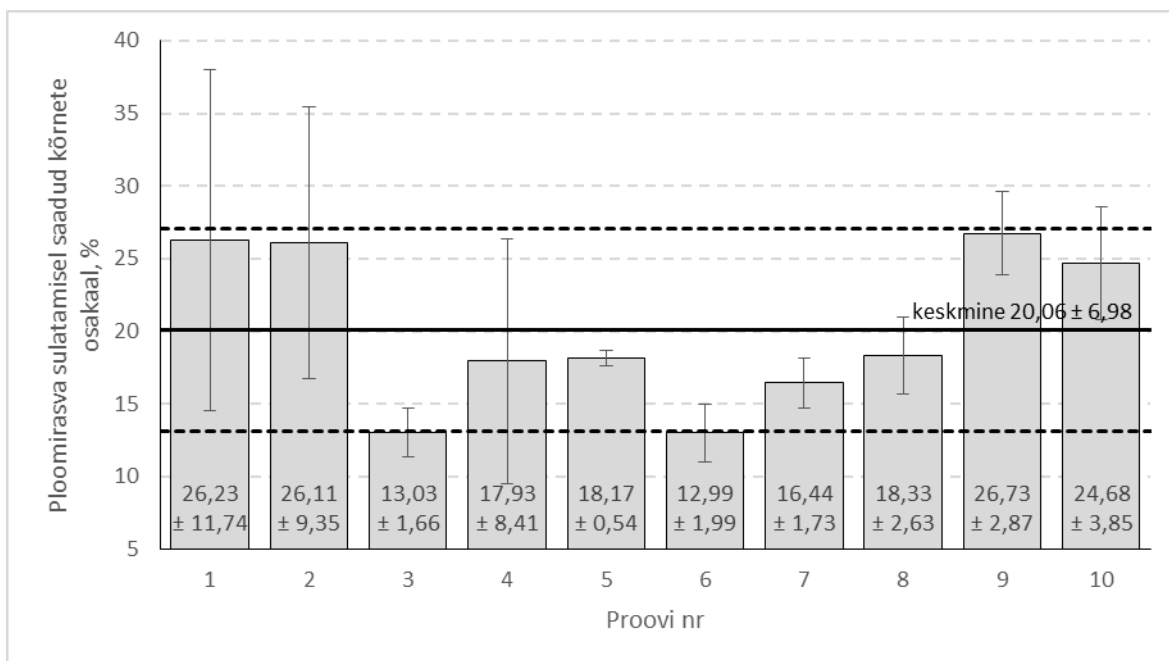
**Joonis 13.** Erinevatelt searümpadelt seljapeki sulatamisel saadud keskmine ( $\pm$  standardhälve) kõrnete osakaal

Turjapeki sulatamisel saadud kõrnete osakaal oli keskmiselt 24,58% ( $s=5,59\%$ ), varieerudes 12,67–34,99%. Tulemused olid madalamad 3. ja 5. proovitükil (vastavalt 13,80 ja 12,67%) ning kõrgemad 6., 9. ja 10. (vastavalt 30,13; 34,99 ja 31,50%). Suurima ja väiksema tulemuse vahe turjapeki proovide lõikes oli 22,32%. Turjapeki kõrnete osakaal varieeruvus suhteliselt suurtes piirides, enam varieerusid 1., 2., ja 4. võetud turjapeki kõrnete osakaalud (vastavalt  $s= 5,27$ ;  $8,78$  ja  $5,55\%$ ) (joonis 14).



**Joonis 14.** Erinevatelt rümpadelt turjapeki sulatamisel saadud keskmine ( $\pm$  standardhälve) kõrnete osakaal

Ploomirasva sulatamisel saadud kõrnete osakaal oli keskmiselt 20,06%, jäädes vahemikku 12,99–26,73%. Tulemused olid väiksemad 3. ja 6. proovitükil (vastavalt 13,03 ja 12,99%) ning suuremad 1., 2., 9. ja 10. (vastavalt 26,23; 26,11; 26,73 ja 24,68%). Suurima (26,73%) ja väiksema (12,99%) tulemuse vahe oli 13,74%. Suurim varieeruvus oli 1., 2. ja 4. proovitükil (vastavalt  $s=11,74$ ,  $9,35$  ja  $8,41$ ) (joonis 15).

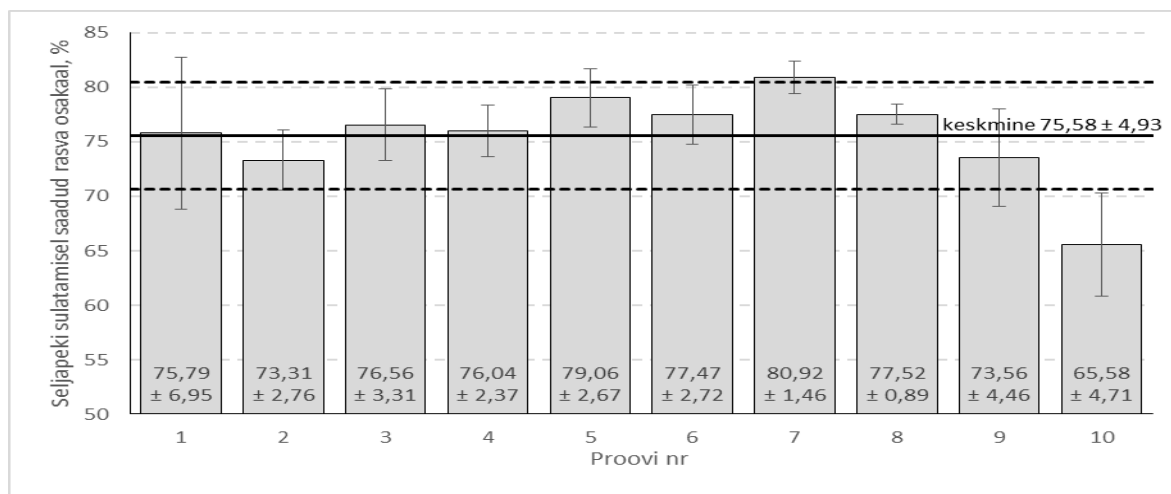


**Joonis 15.** Erinevatelt rümpadelt plomirasva sulatamisel saadud keskmine ( $\pm$  standardhälve) kõrnete osakaal



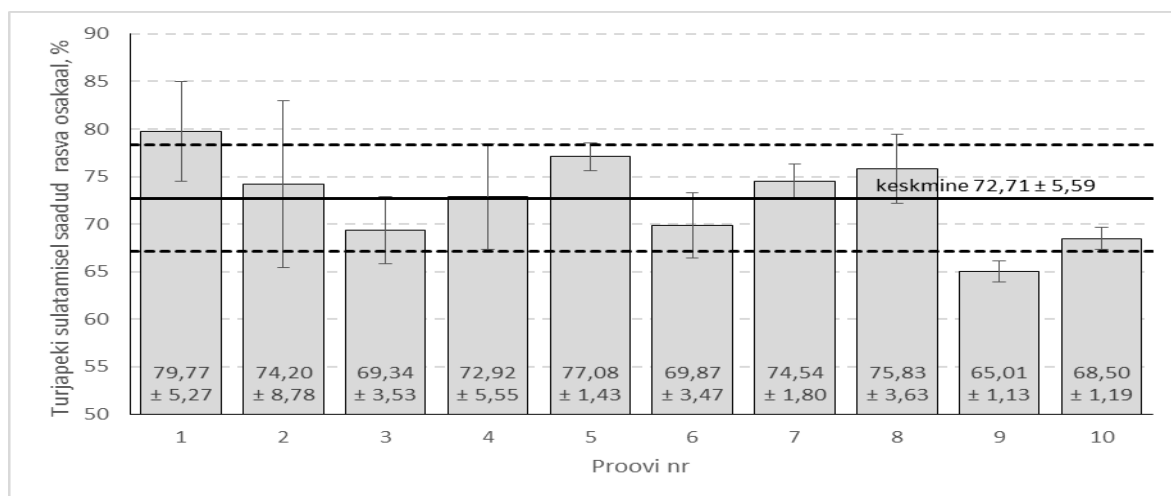
### 3.3. Rasvkudede sulatamisel saadud rasva osakaal

Seljapeki sulatamisel saadud rasva osakaal oli keskmiselt 75,58%, jäädes vahemikku 73,31–80,92%. Teistes märkimisväärselt väiksem rasva osakaal oli 10. proovis (65,58%). Suurima (80,92%) ja väiksema (65,58%) rasva osakaalu väärtuste vahe oli 15%. Varieeruvus oli suurem 1. ja 10. proovitükil (vastavalt  $s=6,95$  ja  $4,71\%$ ) (joonis 16).



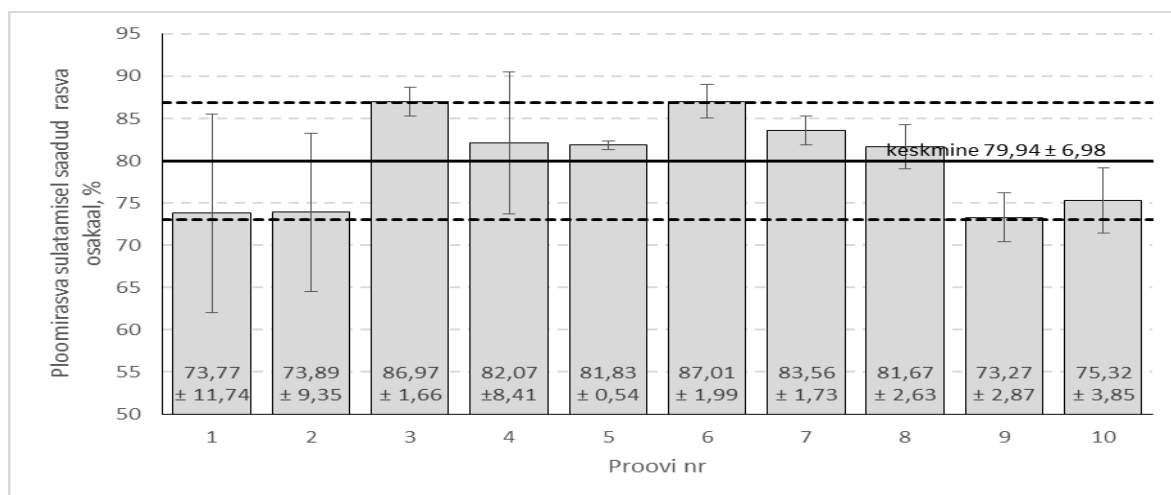
**Joonis 16.** Erinevatelt searümpadelt seljapeki sulatamisel saadud keskmine ( $\pm$  standardhälve) rasva osakaal

Turjapeki sulatamisel saadud rasva osakaal oli keskmiselt 72,71%, jäädes vahemikku 65,01–79,77%. Teistest väiksem rasva osakaal oli 9. proovil (65,01%) ning suurem 1. 5. ja 8. proovitükil (vastavalt 79,77; 77,08 ja 75,83%). Suurema (79,77%) ja väiksema (65,01%) tulemuse vahe oli 14,76%. Varieeruvus oli suurem 1., 2. ja 4. proovilt (vastavalt  $s=5,27$ ;  $8,78$  ja  $5,55\%$ ) (joonis 17).



**Joonis 17.** Erinevatelt searümpadelt turjapeki seljapeki sulatamisel saadud keskmine ( $\pm$  standardhälve) rasva osakaal

Ploomirasva sulatamisel saadud rasva osakaal keskmiselt oli 79,94%, jäädes vahemikku 73,27–87,01%. Suurema (87,01%) ja väiksema (73,27%) rasva osakaalu väärtuste vahe oli 13,47%. Suurim varieeruvus oli 1., 2. ja 4. proovitükil (vastavalt  $s=11,47$ ; 9,35 ja 8,41%) (joonis 18).



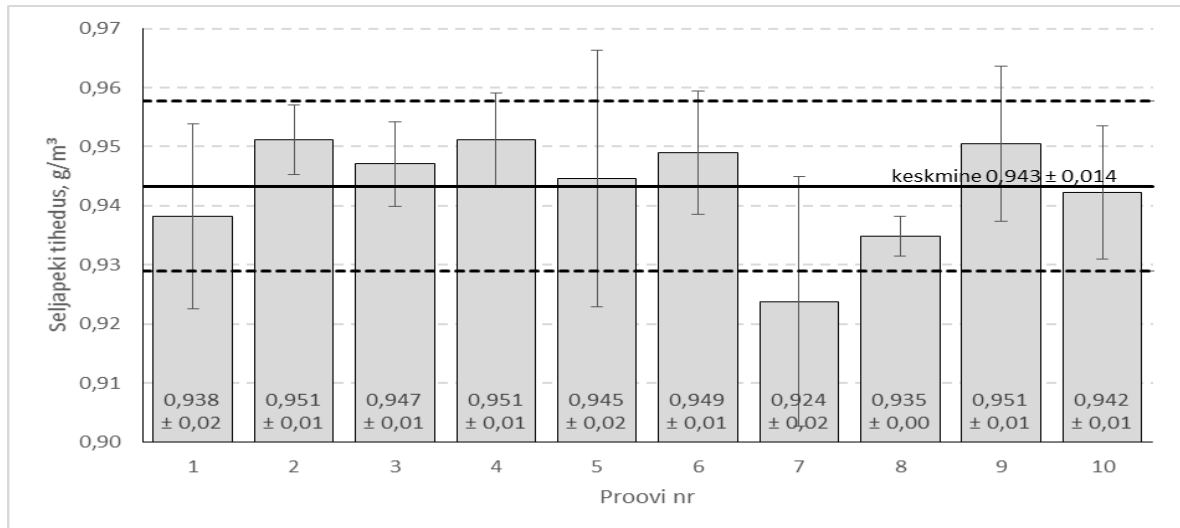
**Joonis 18.** Erinevatelt searümpadelt ploomirasva seljapeki sulatamisel saadud keskmine ( $\pm$  standardhälve) rasva osakaal

Mida väiksem on rasvkoe sulatamisel saadud kõrnete osakaal, seda kvaliteetsem on rasvkude, sest kõrnete osakaalu suurenedes muutub rasvkude tugevamaks ja rasva osakaal väiksemaks (Põldvere jt, 2015). Selja- ja turjapekis on sulatamisel saadud kõrnete osakaal suurem (vastavalt 24,42 ja 24,58%) ja need on struktuurilt tugevamad kui ploomirasv, kus sulatamisel saadud kõrnete osakaal on väiksem (20,06%). Kõrned on valku sisaldav rasvasulatus jääk, mille moodustunud võrgustik annab rasvkoele selle tugevuse. Sulatamisel saadud kõrnetest üle jääva rasvkoe osa moodustab rasv ja aurustunud vesi. Rasvkoe tugevuse määrab ära kõrnete ja rasvasisalduse suhte rasvkoes. Mida rohkem saadakse kõrneid, seda tugevam on rasvkude ning mida suurem on rasvasisaldus, seda pehmem on rasvkude (*Ibid.*). Samas, antud töös ei leidnud eelpool toodud seos kinnitust ( $r=-0,09$ ,  $p>0,05$ ) (tabel 16).

### 3.4. Rasvkoe ja kamara tihedus

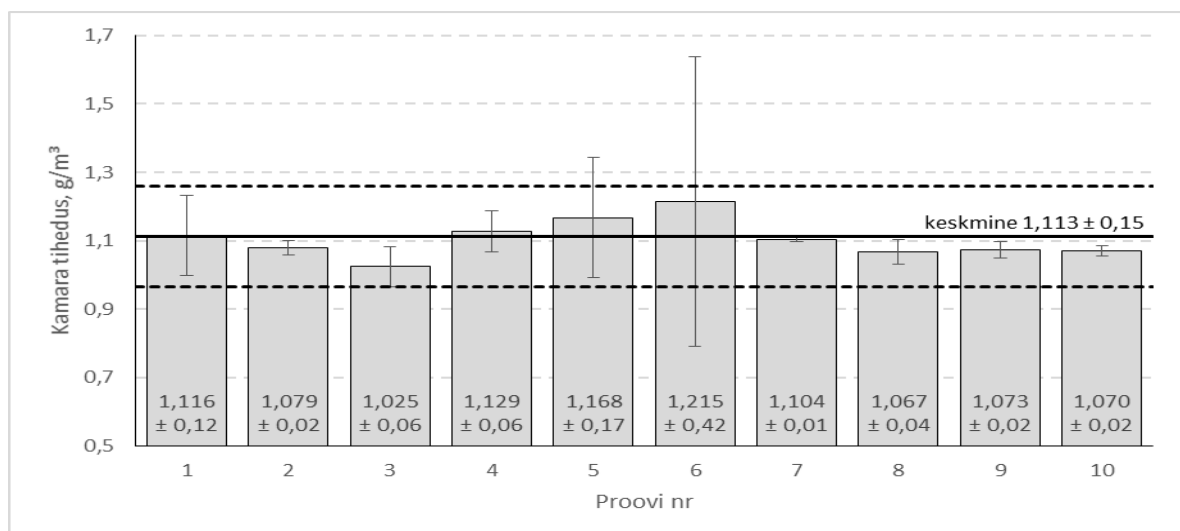
Seljapeki tihedus jäi vahemikku  $0,924\text{--}0,951\text{ kg/m}^3$ . Teistest väiksem tihedus oli 7. searümbalt võetud seljapeki proovist ( $0,924\text{ kg/m}^3$ ). Suurema ( $0,951\text{ kg/m}^3$ ) ja väiksema ( $0,924\text{ kg/m}^3$ ) tiheduse vahe oli  $0,027\text{ kg/m}^3$ . Suurem varieeruvus oli  $s=0,02\text{ kg/m}^3$  ning

väiksem  $s=0,00 \text{ kg/m}^3$  (joonis 19). Seljapeki tihedusel oli positiivne keskmine seos kõrnete osakaaluga (tabel 16), mis samas aga ei osutunud statistiliselt oluliseks ( $r=0,31$ ;  $p>0,05$ ). Katseandmetel oli seljapeki tihedus keskmiselt  $0,943 \text{ kg/m}^3$ , mis vastab Yi ja Chen (2003) tulemusele, kus saadi rasvkoe tiheduseks  $0,938 \text{ kg/m}^3$ .



**Joonis 19.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) tihedus

Kamara keskmine tihedus oli  $1,1128 \text{ kg/m}^3$ , jäädes vahemikku  $1,025\text{--}1,215 \text{ kg/m}^3$ . Väiksema ( $1,025 \text{ kg/m}^3$ ) ja suurema ( $1,215 \text{ kg/m}^3$ ) väärtuse vahe oli  $0,19 \text{ kg/m}^3$ . Kamara tiheduse varieeruvus oli suurem 6. proovitükil ( $s=0,42 \text{ kg/m}^3$ ) ja väiksem 7. ( $s=0,01 \text{ kg/m}^3$ ) (joonis 20).

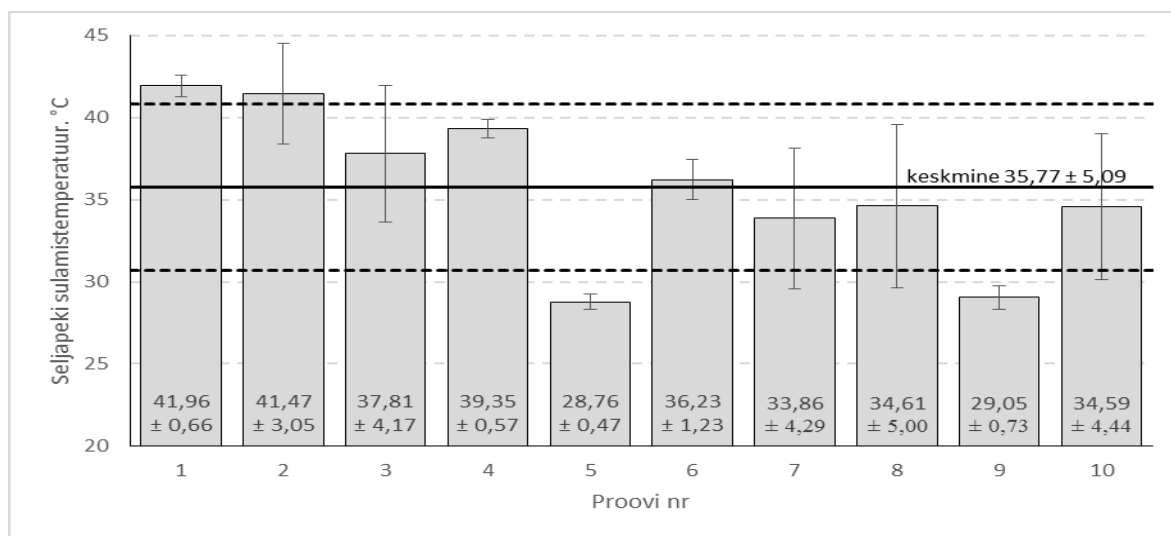


**Joonis 20.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki kamara keskmine ( $\pm$  standardhälve) tihedus

Suurema rasvasisaldusega rasvkude oli väiksema tihedusega ja kvaliteetsem, kuna sulatamisel oli saadud rasvasaagis suurem. Seevastu suurema tihedusega rasvkoos oli rohkem sidekude (kõrned) ja vett. Antud katses oli keskmine seljapeki tihedus  $0,943 \text{ kg/cm}^3$ , mis jäi Rei (1986) poolt viidatud peki tihedusega samale tasemele (temperatuuril  $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$   $0,915\text{--}0,961 \text{ kg/m}^3$ ).

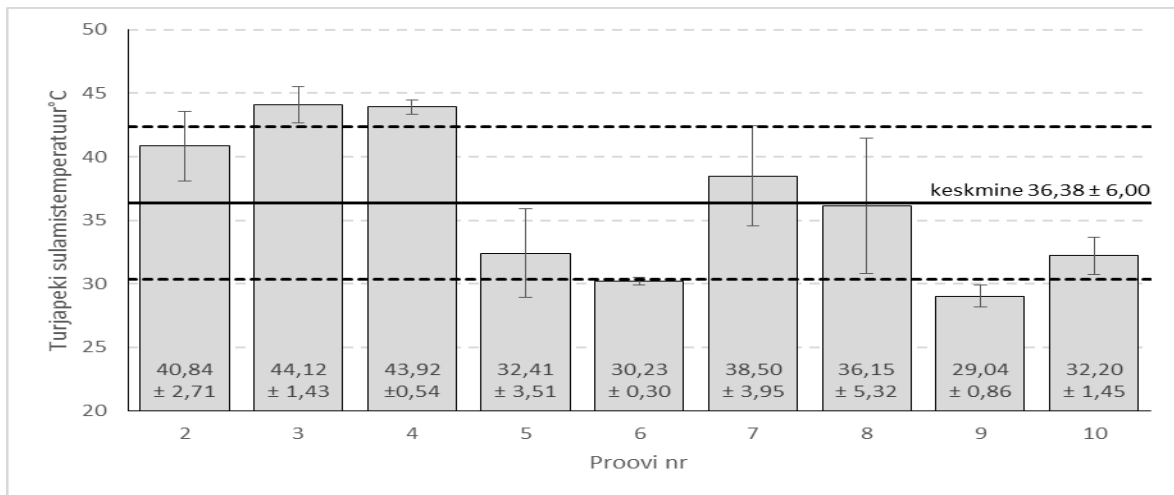
### 3.5. Rasvkoe sulamistemperatuur

Sharma (2013) andmetel on seljapeki sulamistemperatuur  $30\text{--}40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Seljapeki keskmine sulamistemperatuur oli  $35,77 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , jäädes vahemikku  $28,76\text{--}41,96 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Madalam sulamistemperatuur oli 5. ja 9. searümba seljapekil (vastavalt  $28,76$  ja  $29,05 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Suurema ( $41,96 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ja väiksema ( $28,76 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sulamistemperatuuri väärtuste erinevus oli  $13,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Varieervus oli suurem 8. proovitükil ( $s=5,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ning väiksem 5. ( $s=0,47 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (joonis 21).



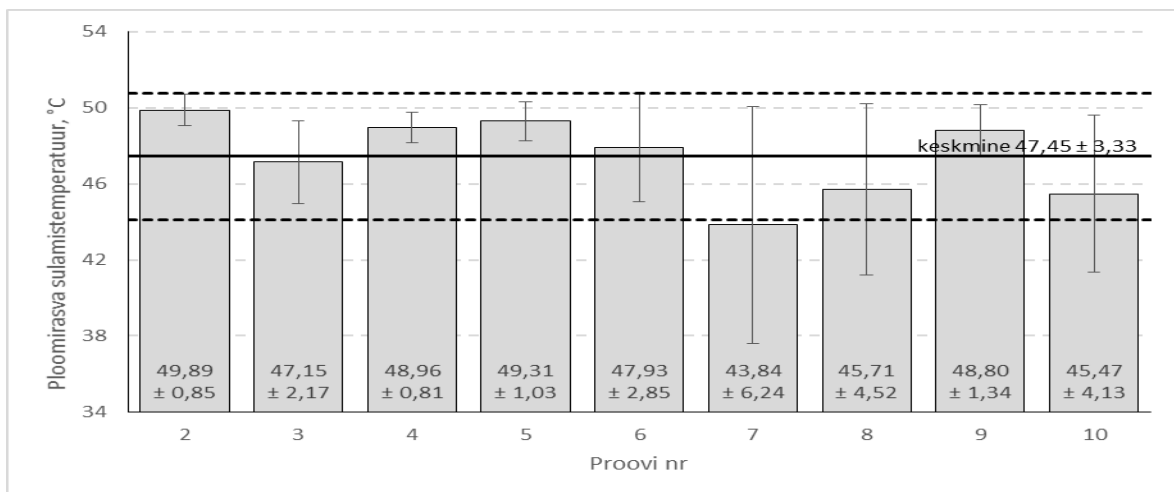
**Joonis 21.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) sulamistemperatuur

Turjapeki keskmine sulamistemperatuur oli  $36,38 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , jäädes vahemikku  $32\text{--}42 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Teistest väiksemad sulamistemperatuurid olid 6. ja 9. searümbalt võetud proovil (vastavalt  $30,23$  ja  $29,04 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ning suuremad 3. ja 4. (vastavalt  $44,12$  ja  $43,92 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Turjapeki sulamistemperatuuri väärtuste varieeruvus oli suurem 8. proovitükil ( $s=5,32 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ja väiksem 4. ( $s=0,54 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (joonis 22).



**Joonis 22.** Erinevatelt searümpadelt saadud turjapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) sulamistemperatuur

Sharma (2013) andmetel on ploomirasva sulamistemperatuur 43–48 °C ning allikas Ветеринария для всех 45,3 °C. Ploomirasva keskmine sulamistemperatuur oli 47,45 °C, jäädes vahemikku 43,84–49,89 °C. Teistest väiksem sulamistemperatuur oli 7. searümbalt võetud proovil ning suurim 2. Väärtuste varieeruvus oli suurim 7. proovitükil ( $s=6,24$  °C) ja väikseim 2.. ( $s=0,85$  °C) (joonis 23).



**Joonis 23.** Erinevatelt searümpadelt saadud ploomirasva keskmine ( $\pm$  standardhälve) sulamistemperatuur

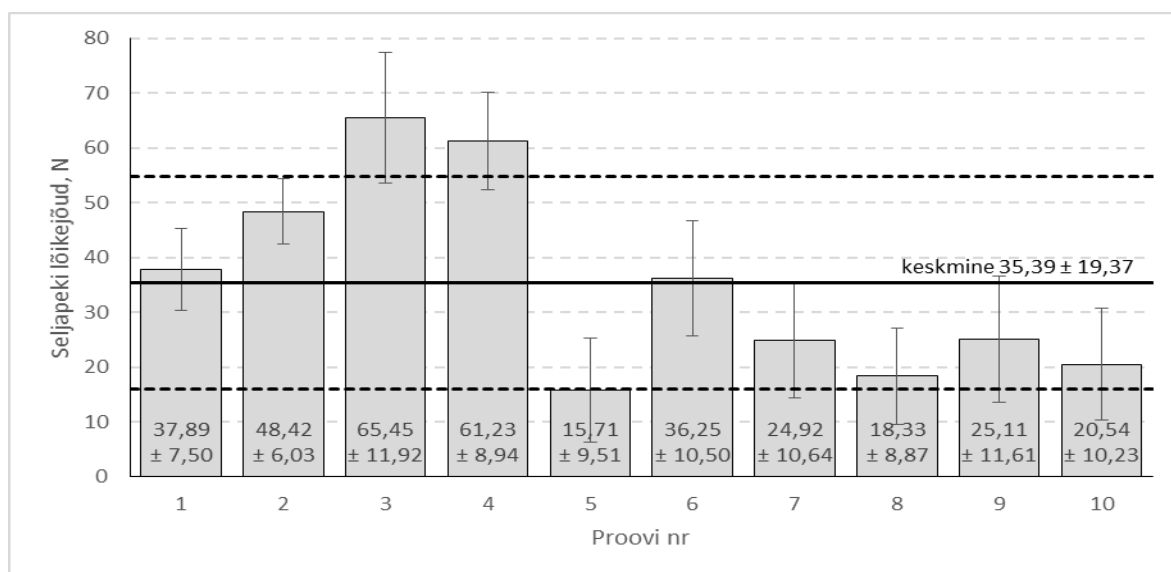
Erinevatest rümbaosadest võetud rasvkoe sulamistemperatuurid olid erinevad. Ploomirasva sulamistemperatuur oli teistest kõrgem (47,5 °C), eelkõige füsioloogilise paiknemise tõttu

looma kehas, kuna sea kehasisene temperatuur on kõrgem kui keha pinnal. Kõige madalam sulamistemperatuur oli seljapekil (36,7 °C).

### 3.6. Rasvkoe lõikejõud

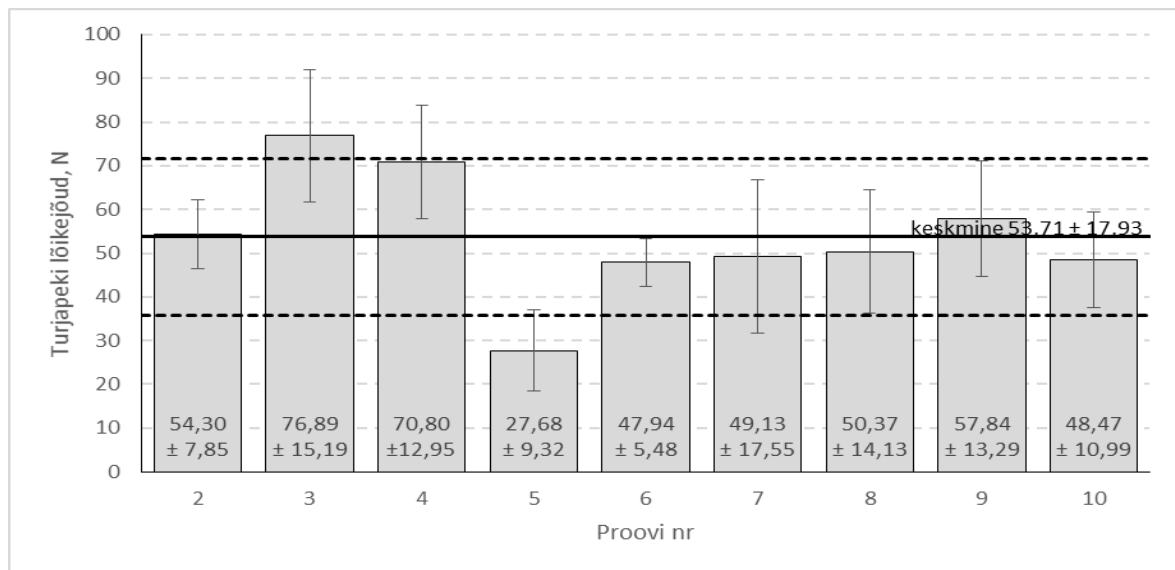
Lõikejõud näitab, millist maksimaalset jõudu on vaja rakendada rasvkoe läbilõikamiseks. Mida suuremat jõudu tuleb rakendada, seda tugevam ja kiulisem (sidekoelisem) on rasvkude.

Seljapeki keskmine lõikejõud oli 35,39 N, jäädes vahemikku 15,71–65,45 N. Kõige vähem rakendati lõikejõudu 5. searümbalt saadud proovi läbilõikamiseks (15,71 N), samas sitkeimateks proovitükkideks olid 3. ja 4. (vastavalt 65,45 ja 61,23 N). Proovide lõikejõud erines olulisel määral, kusjuures ka korduv proovide varieeruvus oli suur ( $s=6,03$ – $11,92$  N). Suurima (65,45 N) ja väiksema (15,71 N) lõikejõu vahe oli 49,74 N (joonis 24).



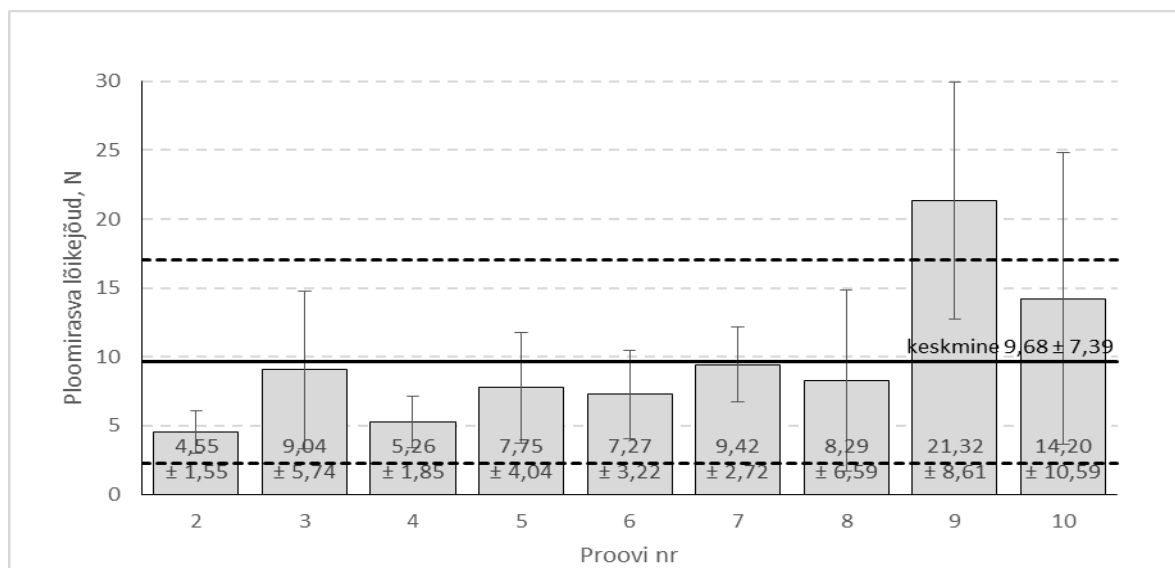
**Joonis 24.** Erinevatelt searümpadelt saadud proovide seljapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) lõikejõud

Turjapeki keskmine lõikejõud oli 53,71 N, jäädes vahemikku 27,68–76,89 N. Teistest väiksem lõikejõud oli 5. searümbalt võetud proovil, samas sitkema proovitükki olid 3. ja 4. (vastavalt 76,89 ja 70,80 N). Suurima ja väiksema lõikejõu vahe oli 49,21 N. Lõikejõu väärtuste varieeruvus jäi vahemikku  $s=7,85$ – $17,55$  N (joonis 25).



**Joonis 25.** Erinevatelt searümpadelt saadud proovide turjapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) lõikejõud

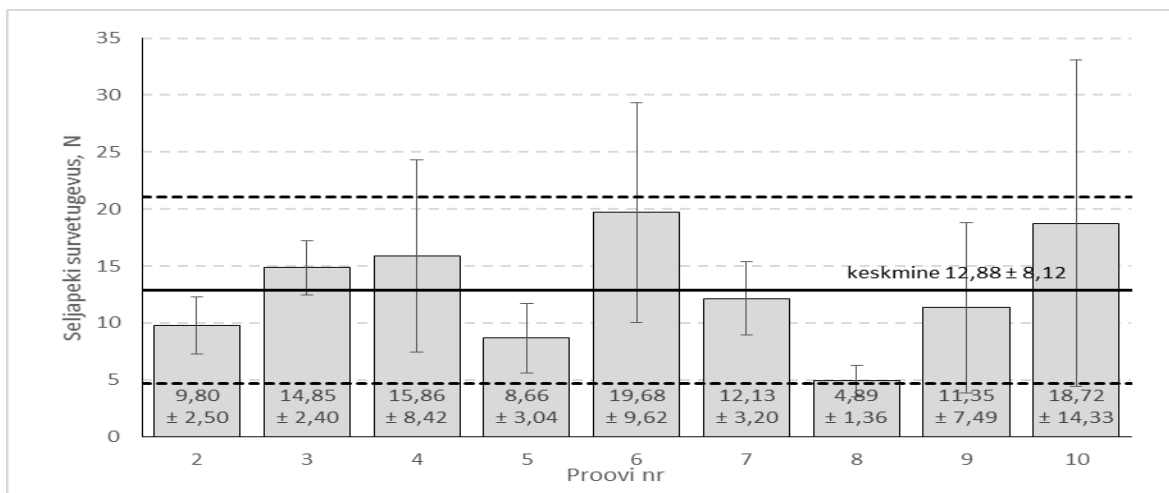
Ploomirasva keskmine lõikejõud oli 9,68 N, jäädes vahemikku 4,55–21,32 N. Teistest väiksem lõikejõud oli 2. ja 4. searümbalt võetud proovid (vastavalt 4,55 ja 5,26 N), samas sitkemaad proovitükid olid 9. ja 10. (vastavalt 21,32 ja 14,20 N). Suurima ja väiksema lõikejõu vahe oli 16,77 N. Varieeruvus oli suurem 9. ja 10. proovitükil (vastavalt  $s=8,61$  ja  $10,59$  N) ning väikseim 2. ( $s=1,55$  N) (joonis 26).



**Joonis 26.** Erinevatelt searümpadelt saadud plomirasva keskmine ( $\pm$  standardhälve) lõikejõud

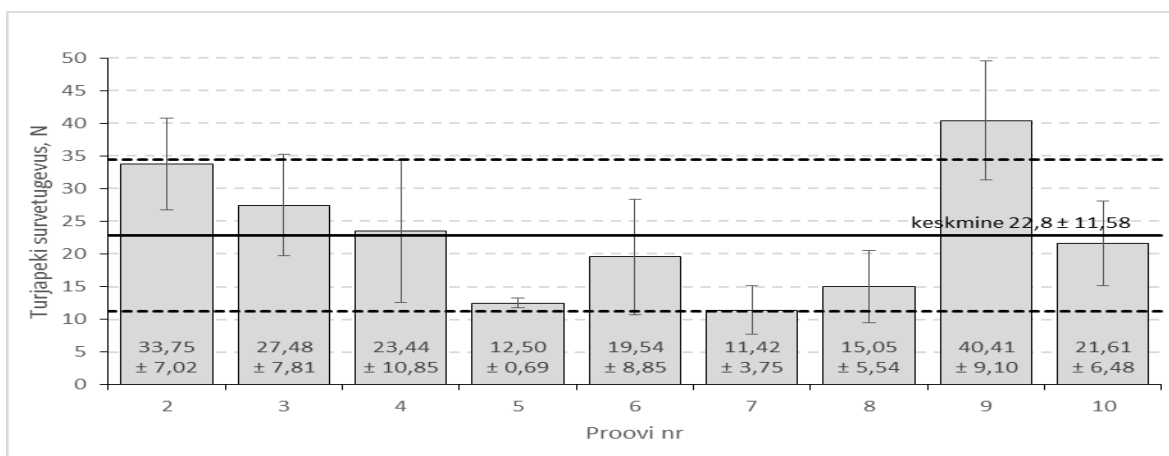
### 3.7. Rasvkoe survetugevus

Survejõud väljendab rasvkoe elastsust. Seljapeki keskmine survetugevus oli 12,88 N, jäädes vahemikku 4,89–19,68 N. Teistest väiksem survetugevus oli 8. sealt võetud proovil (4,89 N), samas sitkemaad proovitükid olid 6. ja 10. (vastavalt 19,68 ja 18,72 N). Sitkeima (19,68 N) ja pehmema (4,89 N) proovitüki vahe oli 14,79 N. Varieeruvus oli suurem 4., 6. ja 10. sea rümbal (vastavalt  $s=8,42$ ; 9,62 ja 14,33 N) (joonis 27).



**Joonis 27.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) survetugevus

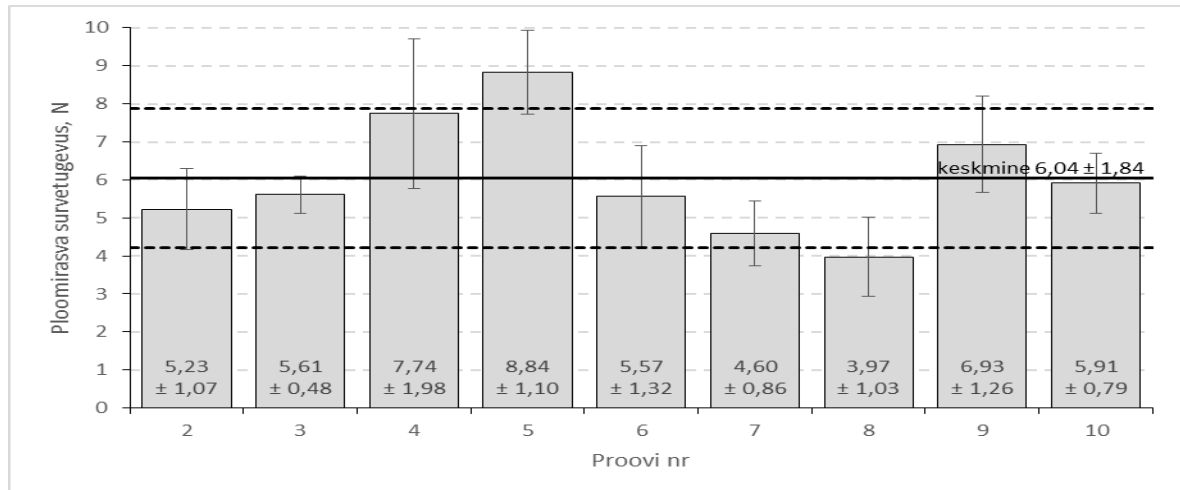
Turjapeki keskmine survetugevus oli 22,8 N, jäädes vahemikku 12,50–40,41 N. Teistest väiksem survetugevus oli 5., 7. ja 8. sealt võetud proovil (vastavalt 12,50; 11,42 ja 15,05 N), samas sitkemaad proovitükid olid 2. ja 9. (vastavalt 33,75 ja 40,41 N). Suurima ja väikseima survetugevuse vahe oli 28,99 N. Varieeruvus jäi  $s=0,69$ –9,10 N vahele (joonis 28).



**Joonis 28.** Erinevatelt searümpadelt saadud turjapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) survetugevus



Ploomirasva keskmine survetugevus oli 6,04 N, jäädes vahemikku 3,97–8,84 N. Teistest väiksem survetugevus oli 7. ja 8. sealt võetud proovilt (vastavalt 4,60 ja 3,97 N) samas sitkemaad proovitükid olid 4. ja 5. (vastavalt 7,74 ja 8,84 N). Suurema ja väiksema survetugevuse vahe oli 4,87 N. Varieervus jäi  $s=0,48$ – $1,98$  N vahele (joonis 29).

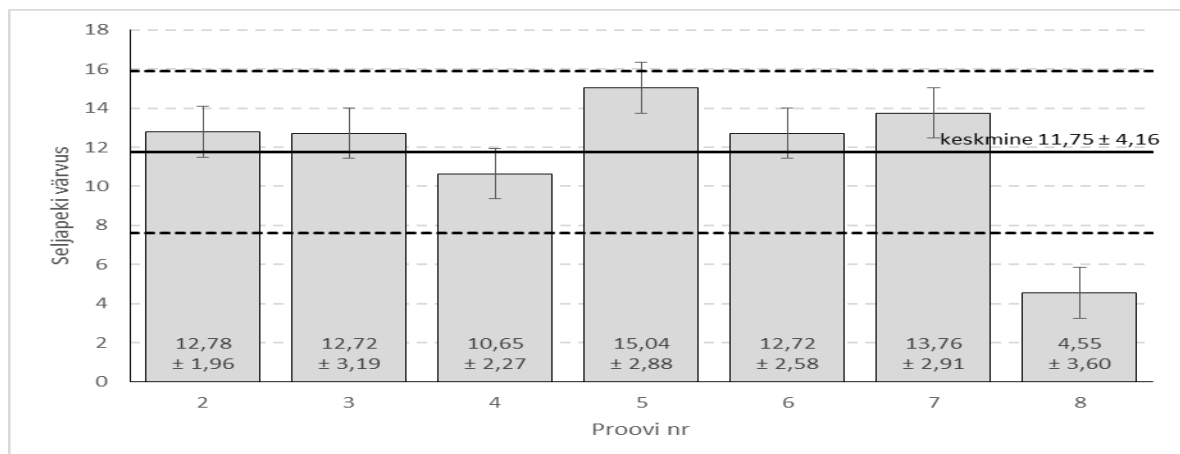


**Joonis 29.** Erinevatelt searümpadelt saadud ploomirasva keskmine ( $\pm$  standardhälve) survetugevus

Turjapekk (22,8 N) oli jäigem, kui seljapekk (12,88 N) ja ploomirasv (6,04 N). Kusjuures viimane oli neist kõige elastsem ja seega ka pehmem.

### 3.8. Rasvkoe värvus

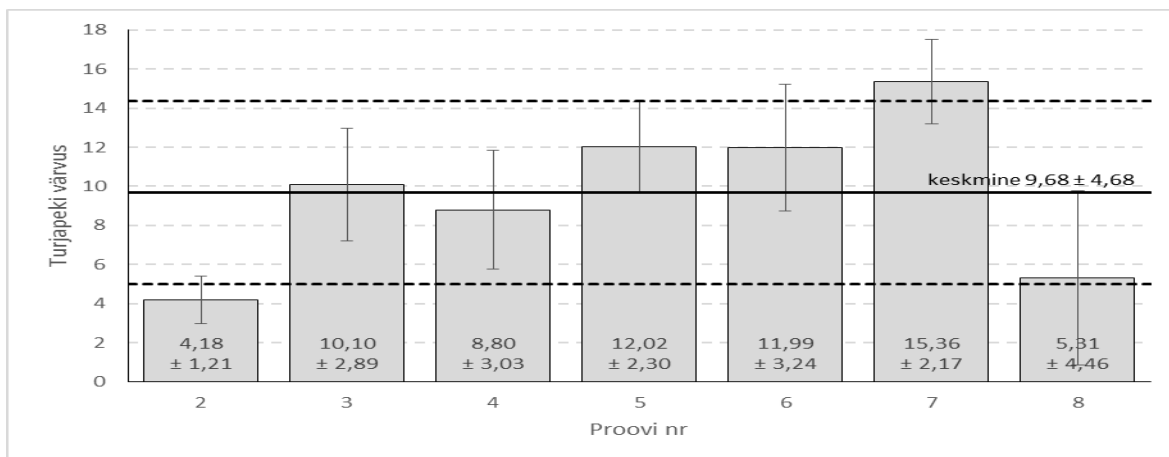
Eesti tõukombinatsioonide ristandite seljapeki värvus on 6,7–9,29. (Pöldvere jt, 2015) Seljapeki keskmine värvus oli 11,75, jäädes vahemikku 4,55–15,04 (joonis 30).



**Joonis 30.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) värvus

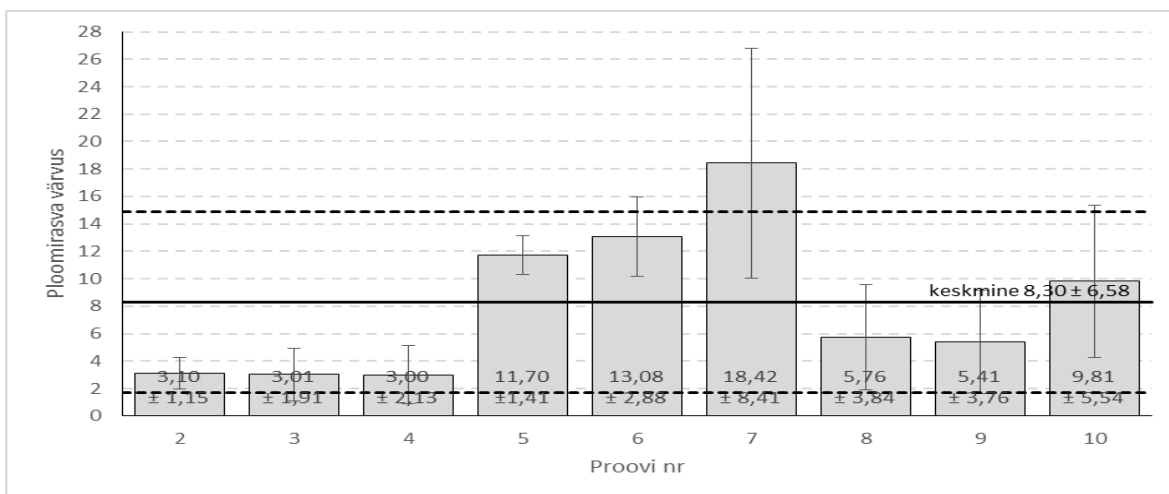
Teistest valgem oli 8. sealt saadud proov (4,55), samas tumedamad olid 5. ja 7. proovitükid (vastavalt 15,04 ja 13,76). Varieeruvus jäi  $s=1,96-3,60$  vahele

Turjapeki keskmine värvuse väärtus oli 9,68, jäädes vahemikku 4,18–15,36. Teistest heledam oli 2. ja 8. sealt saadud proovid (vastavalt 4,18 ja 5,31) samas tumedam proovitükk oli 7. (15,36). Varieeruvus jäi  $s=1,21-4,46$  vahele. Suurim varieeruvus oli 8. proovitükil ( $s=4,46$ ) (joonis 31).



**Joonis 31.** Erinevatelt sea rümpadelt saadud turjapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) värvus

Ploomirasva keskmine värvus oli 8,30, jäädes vahemikku 3,00–18,42. Teistest heledamad olid 2., 3. ja 4. sealt saadud proovitükid (vastavalt 3,10, 3,01 ja 3,00), samas tumedam oli 6. ja 7. proovitükk (vastavalt 13,08 ja 18,42). Varieeruvus jäi  $s=1,15-8,41$  vahele. Suurem varieeruvus oli 7. ja 10. proovitükil (vastavalt  $s=8,41$  ja 5,54) (joonis 32).

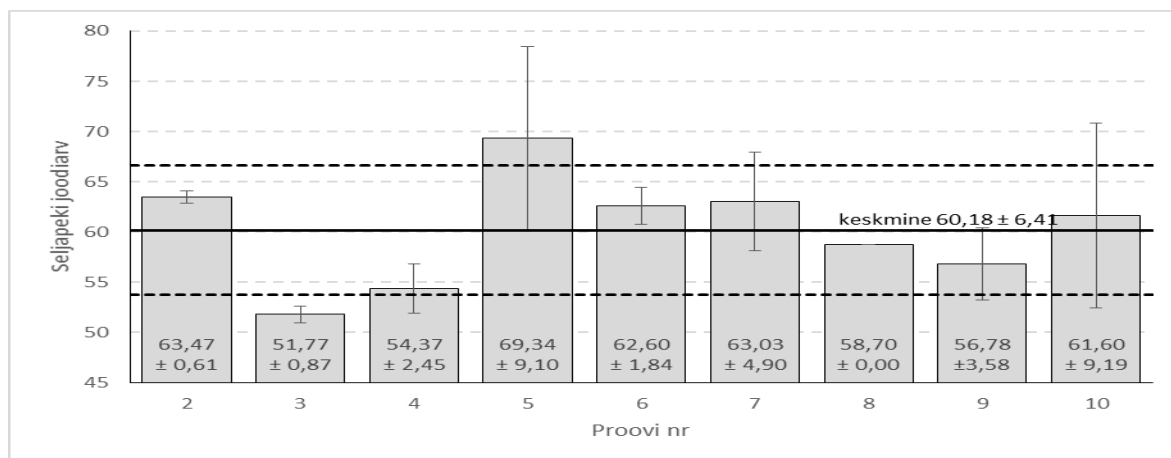


**Joonis 32.** Erinevatelt searümpadelt saadud ploomirasva keskmine ( $\pm$  standardhälve) värvus

Värvuse määramine näitas, et rasvkude pole päris valge ehk värvusetu. Esineb kollakat värvust ja väikeseid veretäppe. Värvus võib ka rasvkoe erinevates piirkondades varieeruda. Rohkem värvuspigmenti leidub seljapekis (värvus 11,75) (joonis 30).

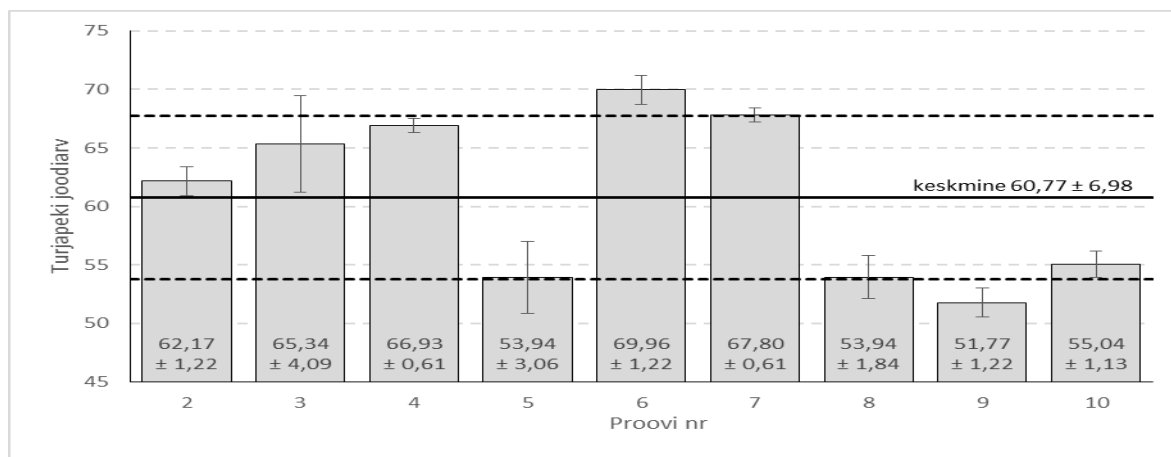
### 3.9. Joodiarv

Mida rohkem on rasvas küllastumata rasvhappeid, seda kõrgem on selle joodiarv ja pehmem rasvkude. Fiegoa (2016) andmetel on searasva joodiarv  $63,02 \pm 6,35$ . Seljapeki keskmine joodiarv oli 60,18, jäädes vahemikku 51,77–69,34. Teistest väiksem joodiarv oli 3. ja 4. sealt saadud proovist (vastavalt 51,77 ja 54,37), samas suurem oli 5. proovitükil (69,34). Varieeruvus oli suurem 5. ja 10. proovitükil (vastavalt  $s=9,10$  ja  $9,19$ ) (joonis 33).



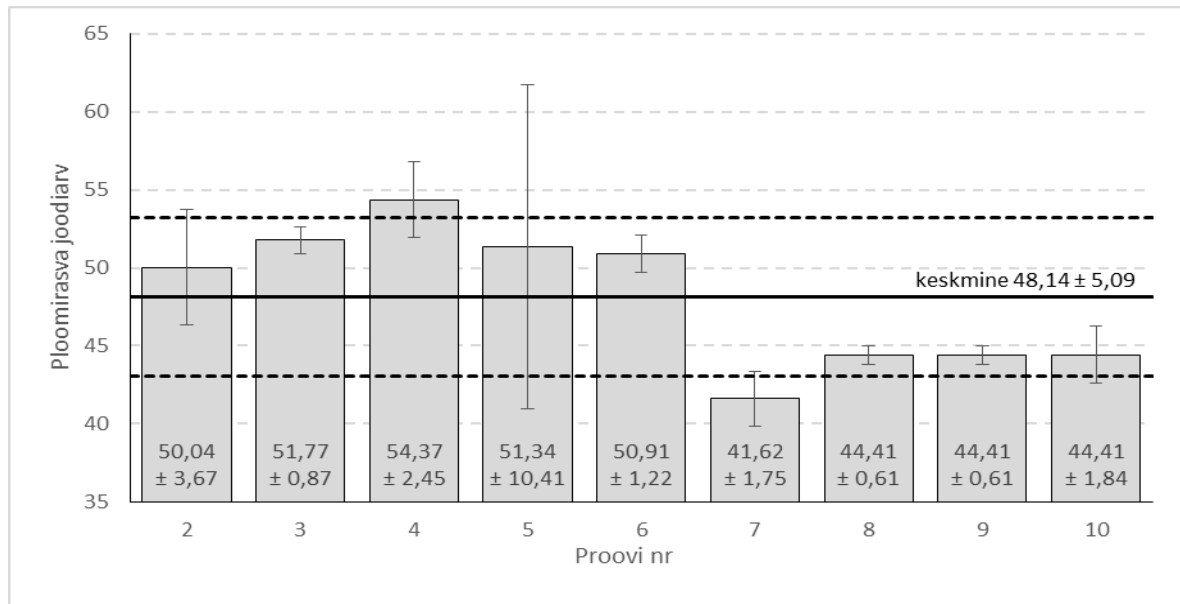
**Joonis 33.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) joodiarv

Turjapeki keskmine joodiarv oli 60,77, jäädes vahemikku 51,77–69,96. Teistest väiksem joodiarv oli 9. sealt saadud proovist (51,77), samas suuremad joodiarvu väärtused oli 4., 6. ja 7. proovitükil (vastavalt 66,93; 69,96 ja 67,80). Väärtuste varieeruvus jäi  $s=0,61$ – $4,09$  vahele (joonis 34).



**Joonis 34.** Erinevatelt sea rümpadelt saadud turjapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) joodiarv

Ploomirasva keskmine joodiarv oli 48,14, jäädes vahemikku 41,62–54,37. Teistest väiksem joodiarv oli 7. sealt saadud proovis (41,62) samas suurem 4. proovitükil (54,37). Suurem varieeruvus oli 5. proovitükil  $s=10,41$  (joonis 35).

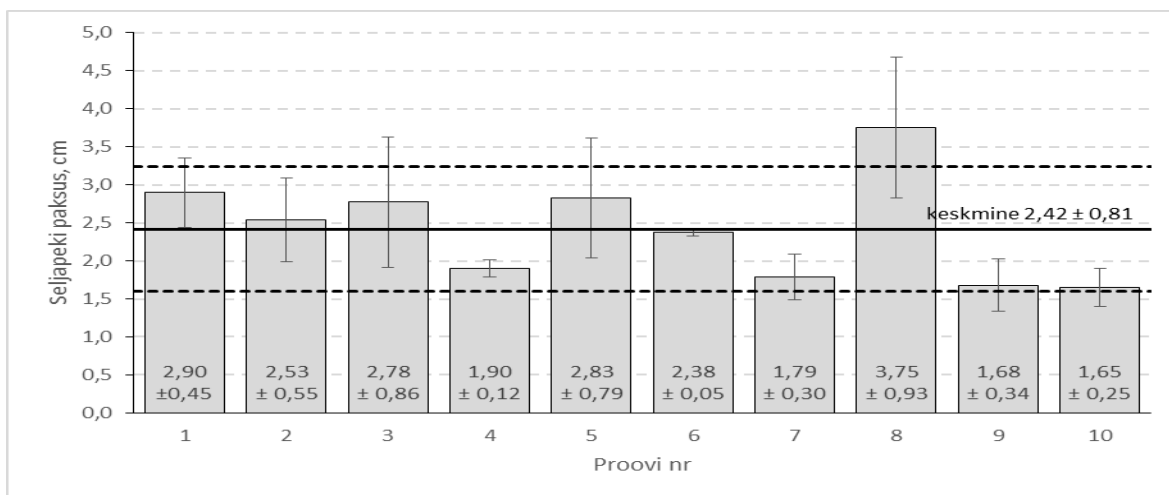


**Joonis 35.** Erinevatelt searümpadelt saadud ploomirasva keskmine ( $\pm$  standardhälve) joodiarv

Kõige suurema joodiarvuga oli turjapekk ja seljapekk (vastavalt 60,7 ja 60,18) ning kõige väiksemaga ploomirasv (48,14). Alm (2013) andemetel on searasva joodiarv 45–75 piires, mis ühtib ka katsete tulemustega.

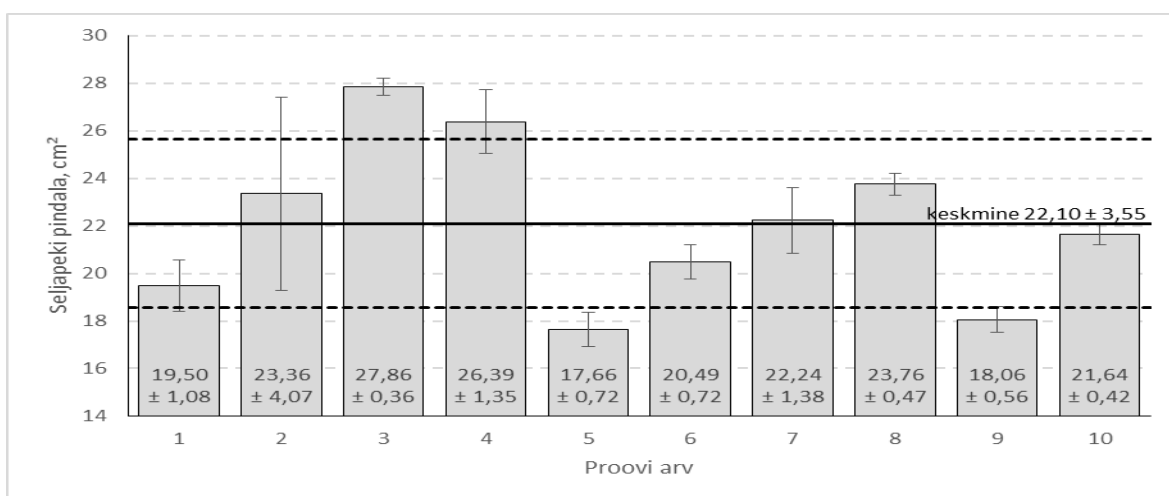
### 3.10. Pekipaksuse ja pindala määramine

Eesti Tõusigade Aretusühistu (2015) andmetel jääb seljapeki paksus (6.–7. roide kohalt) 16,8–19,5 cm. Seljapeki paksus erineb igal sea seljatükil, kuna iga siga on füsioloogiliselt erinev. Antud töös oli keskmine seljapeki paksus 2,42 cm, varieerudes 0,81 cm ulatuses. Üldiselt jäi seljapeki paksus 1,6–2,8 cm vahele. Teistest suurema paksusega oli 8. sea seljapekk (3,75 cm) ja õhukeseim 9. ja 10. proovil (vastavalt 1,68 ja 1,65 cm). Väärtuste varieeruvus oli suurim 8. proovitükil ( $s=0,93$  cm) (joonis 36).



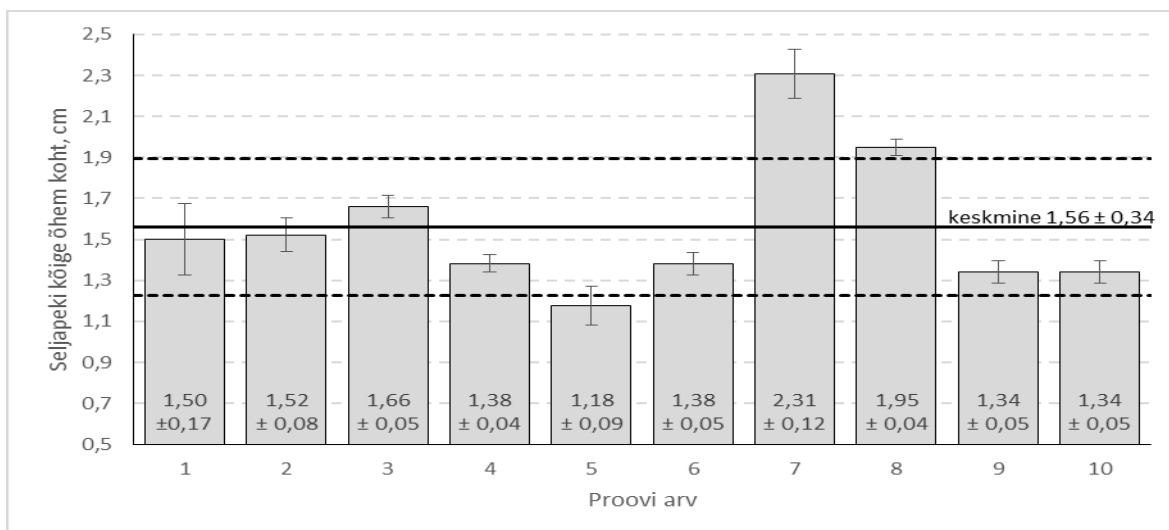
**Joonis 36.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) paksus

Seljapeki keskmine pindala oli 22,10 cm<sup>2</sup>, jäädes vahemikku 17,66–27,86 cm<sup>2</sup>. Teistest väiksem seljapeki pindala olid 5. ja 9. sealt saadud proovid (vastavalt 17,66 ja 18,06 cm<sup>2</sup>), samas suuremad pindalad olid 3. ja 4. proovitükil (vastavalt 27,86 ja 26,39 cm<sup>2</sup>). Varieeruvus jäi  $s=0,36$ –4,07 cm<sup>2</sup> vahele, suurim oli 2. proovitükil ( $s=4,07$  cm<sup>2</sup>) (joonis 37).



**Joonis 37.** Erinevatelt searümpadelt saadud lihassilma kohal oleva seljapeki keskmine ( $\pm$  standardhälve) pindala

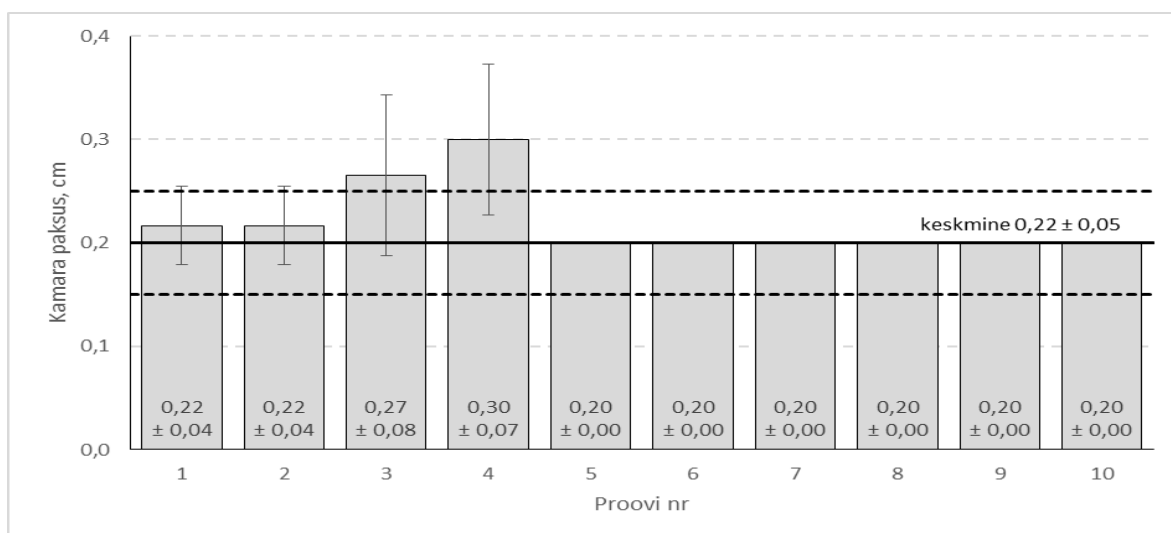
Seljapeki keskmiselt kõige õhem koht oli 1,56 cm. Üldiselt jäi seljapeki õhema koha paksuseks 1,2–1,6 cm. Kõige õhemast kohast määratud pekipaksus oli suurem 7. ja 8. proovitükil (vastavalt 2,31 ja 1,95 cm). Väärtuste varieeruvus jäi  $s=0,04$ –0,17 cm vahele (joonis 38).



**Joonis 38.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki kõige õhema koha keskmine ( $\pm$  standardhälve) paksus

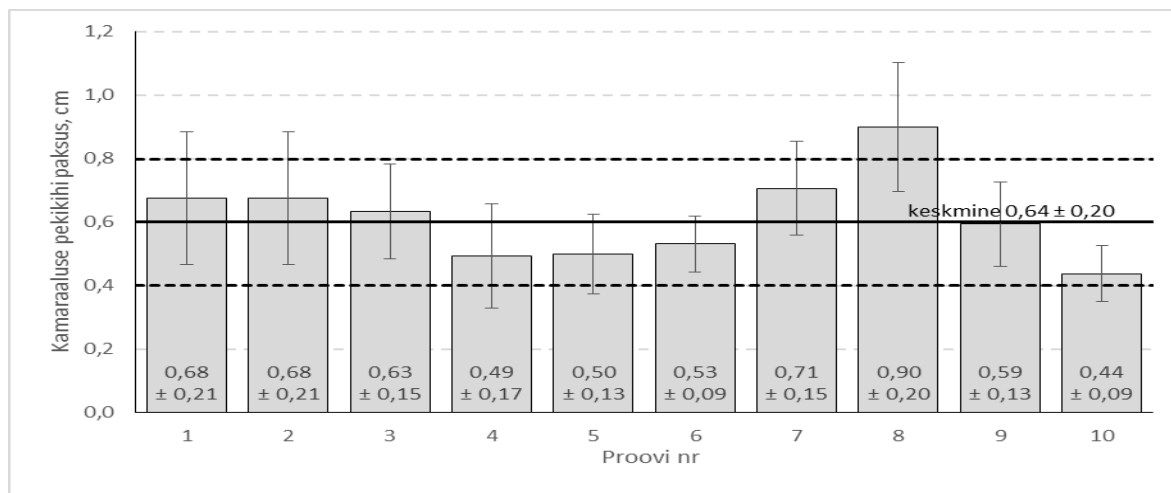
### 3.11. Rasvkoe kihtide määramine seljapekil

Rasvkoe kihilisus väljendab rasvkoe omadusi. Kihid on omavahel eraldatud sidekoega. Kamara keskmine paksus oli 0,22 cm, jäädes vahemikku 0,20–0,30 cm. Teistest suurem kamara paksuse väärtus oli 3. ja 4. searümbalt saadud proovidel (vastavalt 0,27 ja 0,3 cm). Varieeruvus puudus 5.–10. proovitükkidel ( $s=0,00$  cm) ning suurem 1.–4. (vastavalt  $s=0,04$ ; 0,04; 0,08 ja 0,07 cm) (joonis 39).



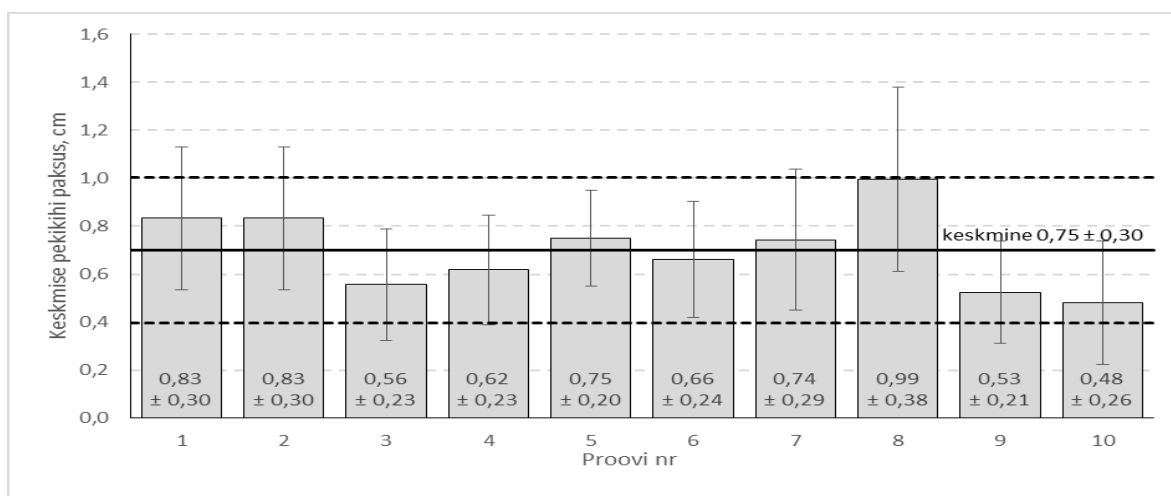
**Joonis 39.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki kamara keskmine ( $\pm$  standardhälve) paksus

Kamaraaluse pekikihi keskmine paksus oli 0,6 cm, jäädes vahemikku 0,44–0,90 cm. Teistest paksem kamaraaluse seljapeki paksus oli 8. searümbalt saadud proovil (0,90 cm). Väärtuste varieeruvus jäi  $s=0,09\text{--}0,21$  cm vahele (joonis 40).



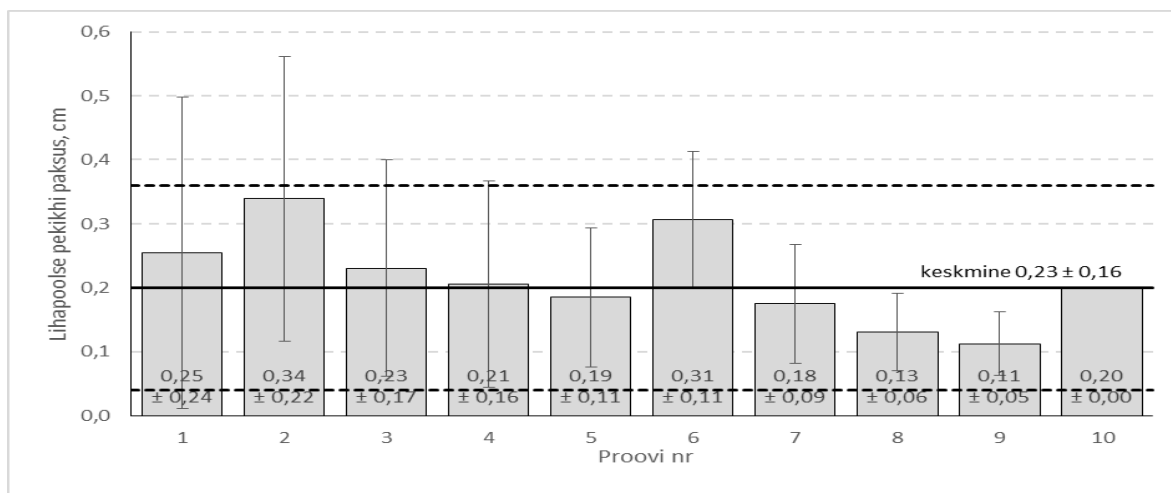
**Joonis 40.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki kamaraaluse pekikihi keskmine ( $\pm$  standardhälve) paksus

Keskmise seljapeki kihi keskmine paksus oli 0,7 cm, jäädes 0,48–0,99 cm vahele. Teistest väiksem keskmise kihi paksus oli 9. ja 10. searümbalt saadud proovil (vastavalt 0,53 ja 0,48 cm), samas suuremad olid need väärtused 1. ja 2. proovitükil (mõlemal 0,83 cm). Varieeruvus jäi  $s=0,20\text{--}0,38$  cm vahele, olles suurim 8. proovitükil ( $s=0,38$  cm) ning väikseim 5. ( $s=0,20$  cm) (joonis 41).



**Joonis 41.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki keskmise pekikihi keskmine ( $\pm$  standardhälve) paksus

Lihapoolse pekikihi keskmine paksus oli 0,2 cm, jäädes 0,41–0,34 cm vahele. Teistest väiksem lihapoolse pekikihi paksus oli 8. ja 9. searümbalt saadud proovil (vastavalt 0,13 ja 0,41 cm), samas suurem oli see 2. ja 6. proovitükil (vastavalt 0,34 ja 0,31 cm). Väärtuste varieeruvus oli suurem 1. ja 2. proovitükil (vastavalt  $s=0,24$  ja  $0,22$  cm) (joonis 42).



**Joonis 42.** Erinevatelt searümpadelt saadud seljapeki lihapoolse pekikihi keskmine ( $\pm$  standardhälve) paksus

Kokkuvõttes osutus pekikihi kõige paksemaks kihiks seljapeki keskmine kiht (0,6 cm) ja õhemaks lihaga kontaktis olev kiht (0,2 cm).

### 3.12. Rasvkoe näitajate vahelised seosed

#### 3.12.1. Seljapeki näitajate seosed

Seljapeki paksusel oli positiivne keskmise tugevusega seos keemilisel analüüsil ja sulatamisel saadud rasva osakaaluga (vastavalt  $r=0,59$ ;  $p<0,1$  ja  $0,39$ ;  $p>0,05$ ) ning negatiivne seos niiskusesisaldusega ( $r=-0,60$ ;  $p<0,1$ ) ja survetugevusega ( $r=-0,62$ ;  $p<0,1$ ) (tabel 15). Mida paksem oli pekk, seda rohkem olid rasvarakud täidetud lipiididega ning seda suurem oli keemilisel teel saadud rasvasaagis.

Peki valgusisaldusel oli positiivne tugev seos niiskusesisalduse ( $r=0,91$ ;  $p<0,001$ ), peki tiheduse ( $0,70$ ;  $p<0,05$ ) ja kõrnete osakaaluga ( $r=0,72$ ;  $p<0,05$ ) ning samasuunaline keskmine seos survetugevusega ( $r=0,43$ ;  $p>0,05$ ) (tabel 15). Mida suurem oli peki valgusisaldus, seda suurem oli selle tihedus ja kõrnete osakaal, kuna valgud moodustavad rasvkoes sidekoelise toetava struktuuri.



Rasvkoe tuhasisaldusel oli positiivne keskmine seos selle tihedusega ( $r=0,57$ ;  $p<0,1$ ), värvusega ( $r=0,48$ ;  $p>0,05$ ), lõikejõuga ( $r=0,52$ ;  $p>0,05$ ) ja survetugevusega ( $r=0,33$ ;  $p>0,05$ ) (tabel 16). Mida suurem oli rasvkoe tuhasisaldus, seda suurem oli selle tihedus.

Rasvkoe niiskusesisaldusel olid positiivne tugev seos kõrnete osakaaluga ( $r=0,83$ ;  $p<0,01$ ) ning positiivsed keskmised seosed selle tiheduse ( $r=0,41$ ;  $p>0,05$ ) ja survetugevusega ( $r=0,40$ ;  $p>0,05$ ) (tabel 15).

Keemilisel analüüsil saadud rasvkoe rasvasisaldusel oli positiivne tugev seos selle värvuse ( $r=0,76$ ;  $p<0,01$ ) ja sulatamisel saadud rasvasisaldusega ( $r=0,76$ ;  $p<0,01$ ) (tabel 15). Mida suurem oli rasvkoe keemilisel analüüsil leitud rasvasisaldus, seda suurem oli sulamise teel saadud rasva osakaal.

Pikima seljalihase kohal oleval rasvkoe pindalal oli positiivne tugev seos rasvkoe sulamistemperatuuriga ( $r=0,78$ ;  $p<0,001$ ) ja lõikejõuga ( $r=0,74$ ;  $p<0,05$ ) (tabel 15). Mida suurem oli rasvkoe pindala, seda kõrgem oli sulamistemperatuur ja suurem lõikejõud, kuna paksem pekk viitab vanemale loomale või küllastunud rasvhapete rikkale söödaratsioonile.

Peki tihedusel olid positiivsed keskmised, kuid ebaolulised seosed lõikejõu ( $r=0,48$ ;  $p>0,05$ ) ja kõrnete osakaaluga ( $r=0,31$ ;  $p>0,05$ ) (tabel 15).

Joodiarvul ei leitud olulisi seoseid teiste tunnustega, kuigi joodiarvu peetakse üheks rasva kvaliteedi näitajaks (tabel 15).

Seljapeki sulamistemperatuuril oli positiivne tugev seos lõikejõuga ( $r=0,76$ ;  $p<0,05$ ) (tabel 15). Mida rohkem jõudu kulutatakse peki lõikamisele, seda kõrgem oli selle sulamistemperatuur.

Peki värvusel oli positiivne tugev seos sulatamisel saadud rasva osakaaluga ( $r=0,70$ ;  $p<0,05$ ) (tabel 15).

Lõikejõul oli positiivne keskmine, kuid ebaoluline seos survetugevusega ( $r=0,35$ ;  $p>0,05$ ) (tabel 15).

Survetugevusel aga oli positiivne keskmine, kuid ebaoluline seos kõrnete osakaaluga ( $r=0,44$ ;  $p>0,05$ ) (tabel 15).

**Tabel 15.** Seljapeki füüsikalise-keemiliste ja tehnoloogiliste tunnustevahelised seosed

Näitaja	Paksus, cm	Valk,%	Tuhk,%	Vesi,%	Rasv,%	Pindala, cm <sup>2</sup>	Tihedus, kg/m <sup>3</sup>	Joodiarv	Sulamist. °C	Värvus	Lõikejõud, N	Survetugevus, N	Kõrned,%
Paksus, cm													
Valk,%	−0,54												
Tuhk,%	0,14	0,10											
Vesi,%	−0,60#	0,91***	−0,07										
Rasv,%	0,59#	−0,96***	0,00	−0,99***									
Pindala,cm <sup>2</sup>	0,12	−0,13	0,08	−0,34	0,28								
Tihedus, kg/m <sup>3</sup>	−0,14	0,70*	0,57#	0,41	−0,51	0,07							
Joodiarv	0,06	−0,36	0,05	−0,17	0,23	−0,70*	−0,24						
Sulamist. °C	0,08	−0,18	0,29	−0,35	0,30	0,78***	0,25	−0,35					
Värvus	0,24	−0,65*	0,48	−0,80**	0,76*	0,21	−0,06	0,29	0,31				
Lõikejõud, N	−0,05	0,09	0,52	−0,20	0,11	0,74*	0,48	−0,65*	0,76*	0,38			
Survetugevus, N	−0,62#	0,43	0,33	0,40	−0,42	0,14	0,29	−0,21	0,27	−0,03	0,35		
Kõrned,%	−0,41	0,72*	0,07	0,83**	−0,81**	−0,05	0,31	−0,17	0,03	−0,76*	−0,09	0,44	
Rasva osakaal,%	0,39	−0,68*	−0,11	−0,77**	0,76*	0,03	−0,37	0,12	−0,13	0,70*	0,04	−0,39	−0,98***

# p<0,1; \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001

### 3.12.2. Turjapeki näitajate seosed

Turjapeki sulamistemperatuuril oli positiivne keskmise tugevusega seos lõikejõu ( $r=0,66$ ;  $p<0,05$ ) ja sulatamisel saadud rasva osakaaluga ( $r=0,39$ ;  $p>0,05$ ) (tabel 16). Mida suuremat lõikejõudu tuli rakendada turjapeki lõikamiseks, seda kõrgemat temperatuuri oli vaja selle sulatamiseks.

**Tabel 16.** Turjapeki füüsikalise-keemiliste ja tehnoloogiliste tunnustevahelised seosed

Näitaja	Joodiarv	Sulamist. °C	Värvus	Lõikejõud, N	Survetugevus, N	Kõrned, %
Joodiarv						
Sulamist. °C	0,51					
Värvus	0,67*	0,29				
Lõikejõud, N	0,40	0,66*	-0,13			
Survetugevus, N	-0,18	0,01	-0,66*	0,51		
Kõrned, %	-0,07	-0,49	-0,48	0,08	0,29	
Rasva osakaal, %	0,09	0,39	0,35	-0,37	-0,41	-0,59#

#  $p<0,1$ ; \*  $p<0,05$

Turjapeki värvusel oli positiivne keskmise tugevusega, kuid ebaoluline seos sulatamisel saadud rasva osakaaluga ( $r=0,35$ ;  $p>0,05$ ). Ka peki lõikejõul oli positiivne keskmise tugevusega ebaoluline seos survetugevusega ( $r=0,51$ ;  $p>0,05$ ) ning kõrnete osakaalul oli negatiivne seos sulatamisel saadud rasvasisaldusega ( $r=-0,59$ ;  $p<0,1$ ) (tabel 16).

### 3.12.3. Ploomirasva näitajate seosed

Ploomirasva joodiarv oli positiivselt tugevalt seotud sulamistemperatuuriga ( $r=0,72$ ;  $p<0,05$ ) ning positiivne keskmine seos survetugevuse ( $r=0,63$ ;  $p>0,05$ ) ja sulatamisel saadud rasva osakaaluga ( $r=0,34$ ;  $p>0,05$ ) (tabel 17). Mida suurem oli ploomirasva joodiarv, seda kõrgemat temperatuuri oli vaja selle sulatamiseks.

Ploomirasva sulamistemperatuuril oli positiivne keskmise tugevusega seos survetugevusega ( $r=0,63$ ;  $p<0,1$ ) ja negatiivne seos värvusega ( $r=-0,55$ ;  $p<0,1$ ) (tabel 17). Mida kõrgem on ploomirasva sulamistemperatuur, seda suurem on sellele rakendatav survetugevus.

**Tabel 17.** Ploomirasva füüsikalise-keemiliste ja tehnoloogiliste tunnustevahelised seosed

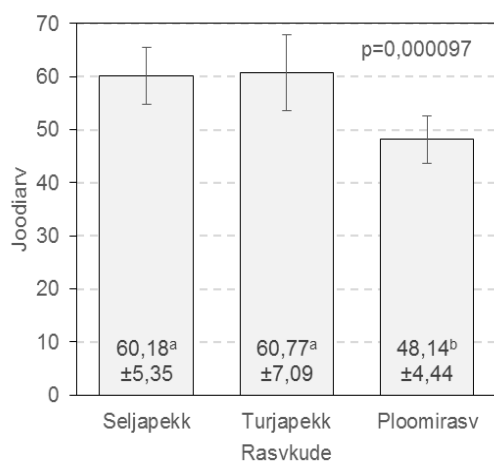
Näitaja	Joodiarv	Sulamist. °C	Värvus	Lõikejõud, N	Survetugevus, N	Kõrned, %
Joodiarv						
Sulamist. °C	0,72*					
Värvus	-0,46	-0,55#				
Lõikejõud, N	-0,58#	-0,16	0,04			
Survetugevus, N	0,54	0,63#	-0,11	0,09		
Kõrned, %	-0,34	0,26	-0,30	0,48	0,10	
Rasva osakaal, %	0,34	-0,26	0,30	-0,48	-0,10	-1,00

# p&lt;0,1; \* p&lt;0,05

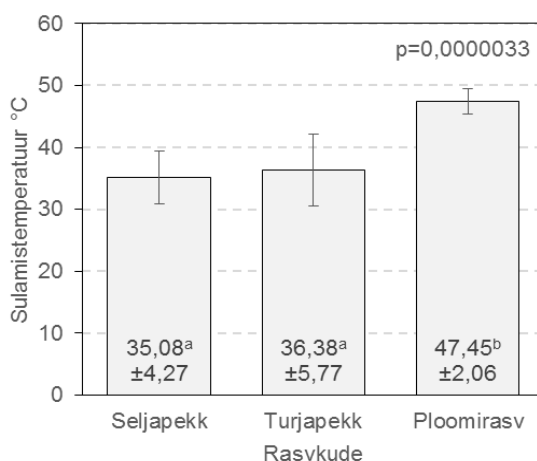
### 3.13. Rasvkoeliikide võrdlus

Seljapeki ja turjapeki joodiarvude keskmised olid sarnased (vastavalt 60,18 ja 60,77), samas ploomirasva joodiarv (48,14) oli teistest oluliselt väiksem ( $p<0,05$ ) (joonis 43).

Seljapekil ja turjapekil oli sarnane sulamistemperatuur (vastavalt 35,08 ja 36,38 °C), samas turjapeki väärtuste varieeruvus on veidi suurem seljapeki omast (vastavalt  $s=5,77$  ja  $4,27$  °C). Ploomirasval oli teistest kõrgem sulamistemperatuur ja väiksem varieeruvus ( $47,45 \pm 2,06$  °C;  $p<0,05$ ) (joonis 44).



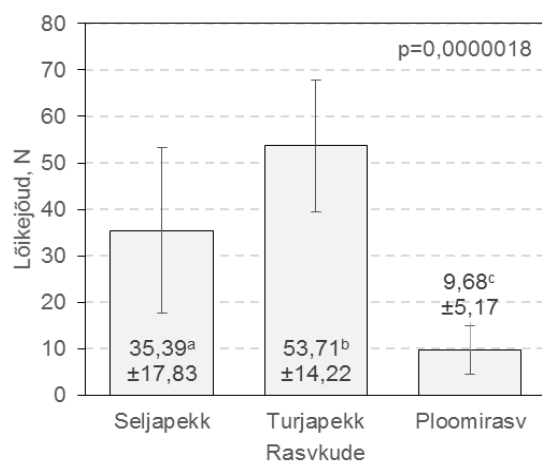
**Joonis 43.** Rasvkude joodiarvude keskmised ( $\pm$  standardhälve; a, b – erinevad tähed ülaindeksina märgivad statistilist erinevust)



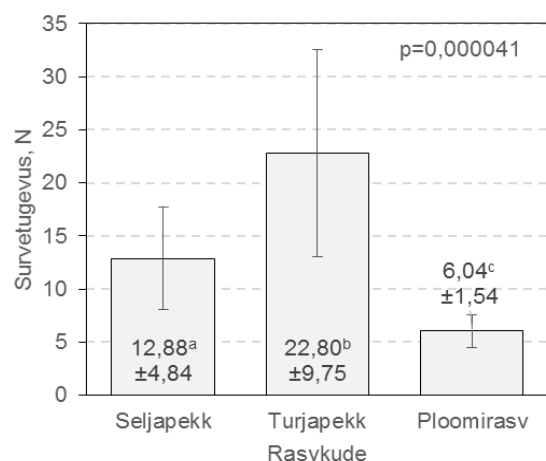
**Joonis 44.** Rasvkude sulamistemperatuuride keskmised ( $\pm$  standardhälve; a, b – erinevad tähed ülaindeksina märgivad statistilist erinevust)

Sulamistemperatuuri tõstab rasvhappe ahela pikkuse suurenemine ning alandab kaksiksidemete arv rasvhappes (Feiner, 2006). Lisaks, mida suurem on joodiarv, seda madalam on sulamistemperatuur (Sharma jt, 2013). Seega, kui rasvkoel on väike joodiarv, sisaldab see palju küllastunud rasvhappeid ja tal on kõrge sulamistemperatuur. Suure joodiarvu korral, sisaldab rasvkude rohkem küllastumata rasvhappeid ning see omab madalamat sulamistemperatuuri.

Erinevate rasvkude lõikejõud erinesid teineteisest oluliselt ( $p < 0,05$ ). Turjapekki oli kõige raskem lõigata (53,71 N), samas tuli rakendada palju jõudu ka seljapeki lõikamiseks (35,39 N) ja pehmeimaks osutus ploomirasv (9,68 N). Väärtuste erinevus keskmisest oli suurem selja- ja turjapekil (vastavalt  $s = 17,83$  ja  $14,22$  N) ning väiksem ploomirasval ( $s = 5,17$  N) (joonis 45).



**Joonis 45.** Rasvkude lõikejõu keskmised ( $\pm$  standardhälve; a, b, c – erinevad tähed ülaindeksina märgivad statistilist erinevust)

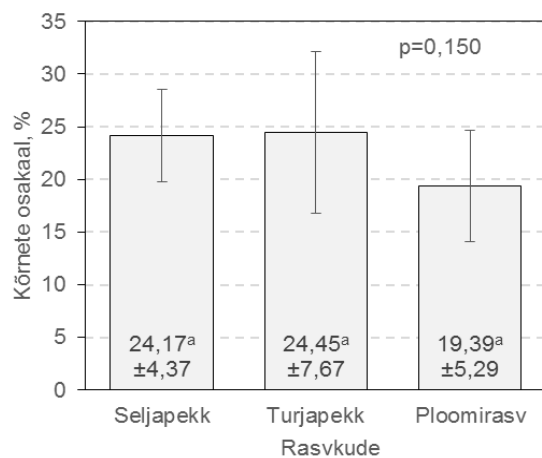


**Joonis 46.** Rasvkude survetugevuse keskmised ( $\pm$  standardhälve; a, b, c – erinevad tähed ülaindeksina märgivad statistilist erinevust)

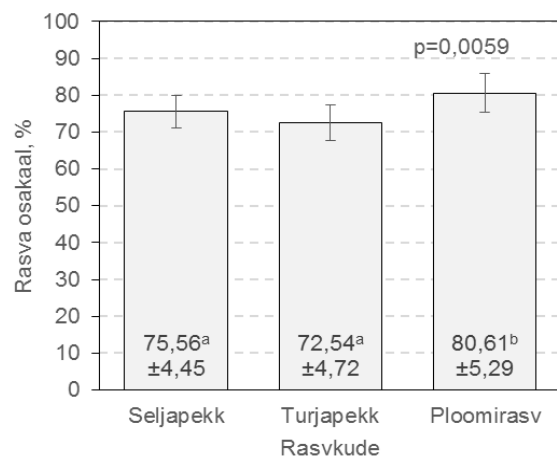
Rasvkoed erinesid teineteisest ka survetugevuse poolest ( $p < 0,05$ ). Kõige suuremat survet tuli rakendada selle kokkusurumiseks turjapekil (22,80 N), pehmeimaks aga osutus ploomirasv (6,04 N) ja seljapekk jäi nende kahe vahepeale (12,88 N). Kõige suurem väärtuste varieeruvus oli turjapekil ( $s = 9,75$  N) ning väiksem seljapekil ja ploomirasval (vastavalt  $s = 4,84$  ja  $1,54$  N) (joonis 46).

Rasva konsistents sõltub suuresti rasvhapete küllastumisest – mida suurem on küllastunud rasvhapete arv, seda kõvem on rasv (Feiner, 2006). Seega rasvkude, mis sisaldab rohkem küllastunud rasvhappeid, omab väiksemat joodi arvu, suuremat sulamistemperatuuri ning on oma omadustelt tihkem ja tugevam. Rasvkude, mis sisaldab aga rohkem küllastumata rasvhappeid, omab suuremat joodiarvu, väiksemat sulamistemperatuuri ning on oma omadustelt pehmem. Seega võib mõlema tummuse alusel öelda, et kõige kõvem on turjapekk, millele järgneb seljapekk ning pehmem neist on ploomirasv. Nahaalused rasvkoed on kõvema struktuuriga kui kehasisesed.

Selja-, turjapeki ja ploomirasva kõrnete osakaal ei erinenud oluliselt teineteisest (vastavalt 24,17; 24,45 ja 19,39%). Väärtuste varieervus oli suurem turjapekil ( $s=7,67\%$ ), väiksem aga seljapekil ja ploomirasval (vastavalt  $s=4,37$  ja  $5,29\%$ ). Seos erinevate rasvkudede kõrnete osakaal vahel on ebaoluline ( $p=0,150$ ;  $p>0,05$ ) (joonis 47). Ploomirasva rasvasisaldus (80,61%) oli oluliselt suurem kui selja- ja turjapekil (vastavalt 75,56 ja 72,54%) (joonis 48).



**Joonis 47.** Rasvkudede kõrnete osakaalu keskmised ( $\pm$  standardhälve; a – sarnased tähed ülaindeksina märgivad statistilist erinevuse puudumist)

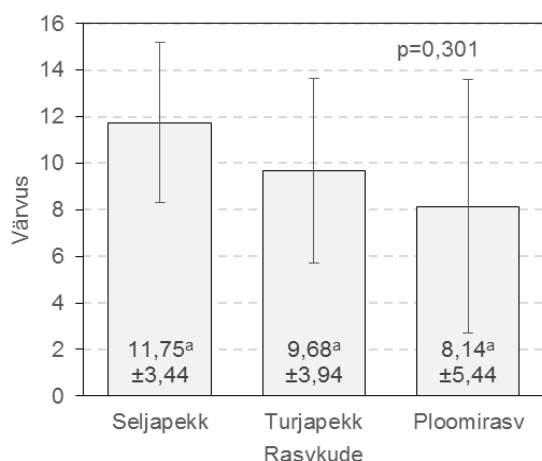


**Joonis 48.** Rasvkudede sulatamisel saadud rasva osakaalu keskmised ( $\pm$  standardhälve; a, b – erinevad tähed ülaindeksina märgivad statistilist erinevust)

Pehme rasvkude, sisaldab rohkem sidekude, kuid rasv rasvarakkudes on pehme (rohkem küllastumata rasvhappeid). Samas kõva rasvkude sisaldab vähem sidekude, kuid rasvarakkudes on kõvem rasv, kuna see koosneb suurem osast küllastunud

rasvhapetest. (Feiner, 2006) Seega on võimalik ploomirasva sulatamisel saada suurem rasva osakaal ning väiksem kõrnete osakaal, kuna sulatamisel ei jää nii palju rasva kõrnetesse nagu selja- ja turjapekil.

Erinevate rasvkudede värvustel polnud erinevust. Kõige tugevama värvusega oli seljapekk (11,75), siis turjapekk (9,68) ning heledama värviga ploomirasv (8,14). Varieeruvus oli suurem ploomirasval ( $s=5,44$ ), seljapeki ja turjapeki varieeruvus jäi sarnaseks (vastavalt  $s=3,44$  ja  $3,94$ ) (joonis 49). Ka Wood jt (2003) väidavad, et rasvarakud, mis sisaldavad tahkestunud rasva, omavad suuremat sulamistemperatuuri ja on värvuselt värvitumad (valgemat) kui madalama sulamistemperatuuriga vedelamat rasva sisaldavad rasvarakud. Rasvkoe värvus sõltub rasvhapete sisaldusest, temas sisalduvates antioksüdantides (näiteks vitamiin E), mis pidurdab rasvade oksüdatsiooni (Wood jt, 2003).



**Joonis 49.** Rasvkudede värvuse keskmised ( $\pm$  standardhälve; a – sarnased tähed ülaindeksina märgivad statistilist erinevuse puudumist)

Nahaalustel rasvkudedel, selja- ja turjapekil, oli joodiarvu seos ploomirasva sama tunnusega erinev (vastavalt  $r=-0,16$  ja  $0,38$ ;  $p>0,5$ ). Samas turja- ja seljapeki joodiarvu omavaheline seos oli nõrgalt negatiivne ( $r=-0,19$ ) (tabel 18). See näitab, et küllastunud ja mitteküllastunud rasvhapped ei pruugi olla erinevate kehapiirkondade rasvkoos ühtlaselt jaotunud. Soovides saada kõvemat seljapekki, võime muuta pehmemaks hoopiski turjapeki ja ploomirasva, kuna nende mitteküllastunud rasvhapete kogus võib suurened.

Nahaaluste rasvkudede sulamistemperatuur oli omavahel tihedalt seotud ( $r=0,73$ ;  $p>0,05$ ) (tabel 18), seega ühe rasvkoe sulamistemperatuuri suurenedes, tõuseb see ka teisel. Samas nahaaluste rasvkudede sulamistemperatuuri seos ploomirasva sama näitajaga oli nõrk.

Turja- ja seljapeki värvuse muutused olid omavahel tihedalt samasuunaliselt seotud ja see seos osutus ka statistiliselt oluliseks ( $r=0,86$ ;  $p<0,001$ ) (tabel 18). Seega, mida värvusetum on üks rasvkude, seda värvusetum on ka teine.

Ka lõiketugevuste vahel oli sarnane seos nahaalustel rasvkudedel ( $r=0,83$ ;  $p<0,001$ ). Ploomirasva lõiketugevuse seos oli aga hoopiski negatiivne ( $r=-0,42$ ;  $p>0,05$ ) (tabel 18).

Kõrnete ja rasvasaagiseosakaalude seosed ploomirasva ja seljapeki vahel oli positiivsed keskmise tugevusega ja statistiliselt olulised (vastavalt  $r=0,58$ ;  $p<0,1$  ja  $r=0,66$ ;  $p<0,05$ ). Keskmise tugevusega positiivne, kuid mitteoluline seos ilmnis mõlema tunnuse puhul ka turja- ja seljapeki vahel (vastavalt  $r=0,47$  ja  $0,38$ ). Samas eeltooduga sarnane seos esines turjapeki ja ploomirasva vahel ainult kõrnete osakaalul ( $r=0,39$ ), kui rasvasaagise seos oli lähedal nullile ( $r=0,03$ ) (tabel 18).

**Tabel 18.** Rasvkoeliikide näitajate vahelised Pearsoni korrelatsioonid

Näitaja	Rasvkoe liik		
	TP-SP	PR-SP	PR-TP
Joodiarv	-0,19	-0,16	0,38
Sulamistemp	0,73	0,11	0,01
Värvus	0,86***	0,24	0,54
Lõiketugevus	0,83***	-0,42	0,00
Survetugevus	0,09	0,12	0,09
Kõrned	0,47	0,58 <sup>#</sup>	0,39
Rasva osakaal	0,38	0,66*	0,03

TP – turjapekk; SP – seljapekk; PR – ploomirasv; <sup>#</sup>  $p<0,1$ ; \*  $p<0,05$ ; \*\*\*  $p<0,001$



## JÄRELDUSED

- Seljapeki keemiline koostis oli sarnane kirjanduses leituga, olles niiskuse- ja valgusisalduse poolest suhteliselt sarnane, välja arvatud 9. ja 10. searümbal.
- Joodiarvu, mida loetakse üheks rasvkoe kvaliteedi näitajaks, ja teiste seljapeki kvaliteedi näitajate vahel statistiliselt olulisi seoseid ei esinenud. Turjapeki joodiarv oli positiivselt oluliselt seotud värvusega ( $r=0,67$ ;  $p<0,05$ ). Ploomirasva joodiarv seostus sulamistemperatuuriga ( $r=0,72$ ;  $p<0,05$ ).
- Erinevate rasvkoeliikide sulamistemperatuuride väärtuste, mida loetakse ka üheks kvaliteedinäitajaks, sest see võimaldab prognoosida rasva rasvhappelist koostist, vahel olulisi seoseid ei leitud. Seega ühe rasvkoe liigi sulamistemperatuuri muutus ei pruugi kajastada teise rasvkoe kvaliteedis (tabel 18).
- Seljapeki sulamistemperatuur ( $35,08\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) oli positiivselt oluliselt seotud peki pindala ( $r=0,78$ ;  $p<0,001$ ) ja lõikejõuga ( $r=0,76$ ;  $p<0,05$ ). Turjapeki sulamistemperatuuril ( $36,38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) oli positiivne oluline seos lõikejõuga ( $r=0,66$ ;  $p<0,05$ ). Teistest kõrgema sulamistemperatuuriga ploomirasv ( $47,45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) oli positiivselt oluliselt seotud: joodiarvu ( $r=0,72$ ;  $p<0,05$ ) ja survetugevusega ( $r=0,63$ ;  $p<0,1$ ).
- Turjapeki läbilõikamiseks vajalik lõikejõud oli ( $53,71\text{ N}$ ), see oli positiivses olulises seoses sulamistemperatuuriga ( $r=0,66$ ;  $p<0,05$ ). Seljapeki lõikejõul ( $35,39\text{ N}$ ) oli positiivne oluline seos ka sulamistemperatuuri ( $r=0,76$ ;  $p<0,05$ ) ja peki pindalaga ( $r=0,74$ ;  $p<0,05$ ). Ploomirasva lõikejõul ( $9,68\text{ N}$ ) selliseid seoseid ei täheldatud. Seega on nahaalused rasvkudede lõikejõud olid tugevamini seotud teineteise sulamistemperatuuriga. Ploomirasv erineb neist ilmselt selle kehasisesse paiknemise tõttu.

- Kõige tugevam oli turjapekk, mistõttu on seda raskem (hundis, kutris) töödelda. Tugevuselt järgnesid seljapekk ja ploomirasv, samas viimane ei oma toodete valmistamisel olulist tähtsust.
- Edaspidi tuleks uurida lisaks eelpool toodud näitajatele erinevate rasvkude rasvhappelist koostist.

## KOKKUVÕTE

Kuna tarbija soovib saada madala rasvasisaldusega toodet, on lihatööstustes probleemiks liigse peki (rasva) esinemine searümpades. Samas tuleks meeles pidada, et selja- ja turjapekki on tarvis lihatööstuses paljude vorstide tootmisel.

Töö eesmärgiks oli uurida erinevatest searümba piirkondadest pärinevad erinevate rasvkude füüsikalisi ja keemilisi omadusi. Töös kasutati sea selja-, turjapekki ja ploomirasva.

Seljapeki niiskuse ja lenduvate osakeste sisaldused jäid vahemikku 7,10–14,00% (keskmine  $9,23 \pm 2,45\%$ ), tuhasisaldus oli keskmiselt  $0,20 \pm 0,09\%$  ja valgusisaldus 1,81–5,37%. Keskmine keemiliselt saadud seljapeki rasva osakaal oli  $87,15 \pm 3,66\%$ . Mida suurem oli seljapeki valgusisaldus, seda suurem oli ka selle niiskusesisaldus, kuna leiti valgusisalduse tugev positiivne seos niiskusesisaldusega ( $r = 0,91$ ;  $p < 0,001$ ). Keemiline koostis oli üldjuhul samaväärne kirjandus andmetega, kuigi valgusisaldus oli mõne võrra väiksem.

Arvestades peki kõrnete osakaalu, selle löike- ja survetugevust oli struktuurilt kõige kõvem turjapekk ja kõige pehmem ploomirasv. Löikejõult oli tugevaim turjapekk (53,71 N) ja seljapekk (35,39 N) ning pehmem ploomirasv (9,68 N). Rasvkoe survetugevuse määramine tulemus näitas ka, et sitkeimad oli turja-, ja seljapekk (vastavalt 22,80 ja 12,88 N) ning pehmem ploomirasv (6,04 N). Rasvkoe sulatamisel saadud kõrnete osakaal selja- ja turjapekil oluliselt ei erinenud (vastavalt 24,17 ja 24,45%) ning ka ploomirasval (19,39%). Samas varieerus see näitaja turjapekil rohkem, võrreldes seljapekiga (vastavalt  $s = 7,67$  ja  $4,37\%$ ). Rasvkoe sulatamisel saadud rasva osakaal seljapekil ( $75,56 \pm 4,45\%$ ) ja turjapekil ( $72,54 \pm 4,72\%$ ) oluliselt ei erinenud, kuid ploomirasval oli see näitaja oluliselt suurem ( $80,61 \pm 5,29\%$ ). Seljapeki tihedus ( $0,943 \pm 0,014 \text{ kg/m}^3$ ) oli positiivses seoses selle valgu- ja tuhasisaldusega (vastavalt  $r = 0,70$ ;  $p < 0,05$  ja  $r = 0,57$ ;  $p < 0,1$ ).

Värvus, sulamistemperatuur ja joodiarv iseloomustavad rasvkoe rasvhappelist koostist – küllastunud ja küllastumata rasvhapete hulka selles. Selja- ja turjapekis määratud joodiarv oluliselt ei erinenud (vastavalt 60,18 ja 60,77), kuid väiksem oli see ploomirasval (48,14).

Ainult ploomirasva joodiarvul leiti tugev positiivne seos sulamistemperatuuriga ( $r=0,72$ ;  $p<0,05$ ). Sulamistemperatuur oli samuti selja-, ja turjapekil sarnane (vastavalt 35,08 ja 36,38 °C) ning kõrgem ploomirasval (47,45 °C). Selja-, turjapeki ja ploomirasva värvus ei olnud statistiliselt erinev (vastavalt 11,75; 9,68; 8,14).

Sea rasvkoe füüsikaliste näitajate poolest olid sarnased selja- ja turjapekk, sest nad asuvad looma naha all, aga nendest erineb looma kõhuõõnes paiknev ploomirasv. Rasvkudede paiknemine mängib olulist rolli selle omadustele, kuna neil on täita erinev füsioloogiline funktsioon looma kehas. Katsetulemused näitasid ka, et turjapekk oli struktuurilt kõige kõvem, ploomirasv aga on kõige pehmem.

Lõpuks võib järeldada, et ühe rasvkoe kvaliteedi näitaja muutumine ei pruugi kajastuda teise rasvkoe kvaliteedis. Erinevate rasvkudede sulamistemperatuur ja joodiarv ei erinenud statistiliselt. Lõikejõud ja survetugevus olid omavahel positiivses seoses, kuid eri rasvkoeliikide vahel statistilist erinevust ei esinenud.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- Alm, M.**, (2013). Animal fats, Endable oli processing. AOCS Lipid Library – <http://lipidlibrary.aocs.org/OilsFats/content.cfm?ItemNumber=40320> (13.05.2017).
- Bothma, C., Hugo, A., Osthoff, G., Joubert, C.C., Swarts, J.C., de Kock, H.L.** (2014). Effect of dietary conjugated linoleic acid supplementation on the technological quality of backfat of pigs – *Meat Science* Vol 97, pp 277–286.
- Eesti Tõusigade Aretusühitus (2015)** aretusaruanne, lk 23–25.
- EVS.1995. Liha ja lihatooted. Proovivõtu meetod. EVS 723:1995. Eesti Standardiamet, 4 lk.
- EVS.1996. Liha ja lihatooted. Vaba rasvasisalduse määramine. (Põhimeetod). ISO 1444:1996. Eesti Standardikeskus, 3 lk.
- EVS.1997. Liha ja lihatooted. Niiskusesisalduse määramine. (Põhimeetod). EVS–ISO 1442:1999. Eesti Standardikeskus, 4 lk.
- EVS.1998. Liha ja lihatooted. Tuhasisalduse määramine. (Põhimeetod). ISO 936:1998 (E). Eesti Standardikeskus, 3 lk.
- EVS.2001. Animal and vegetable fats and oils – Determination of moisture and volatile matter content. Eesti Standardikeskus, 3 lk.
- EVS.2005. Loomsed ja taimsed rasvad ja õlid. Katseproovide ettevalmistamine. EVS-EN ISO 662:2016. Animal and vegetable fats and oils – Determination of moisture and volatile matter content, 3 lk.
- Feiner, G.** (2006). Meat composition and additives. The protein and fat content of meat. *Meat Products handbook Practical science and technology*, pp 21–32.
- Fiegoa, D.P.L., Minellia, G., Volpellia, L.A., Ulricia, A., Macchionio, P.** (2016). Calculating the iodine value for Italian heavy pig subcutaneous adipose tissue from fatty acid methyl ester profiles – *Meat Science* Vol 122, pp 132–138.
- Foca, G., Salvo, D., Cino, A., Ferrari, C., Fiego, D.P.L., Minelli, G., Ulrici, A.** (2013). Classification of pig fat samples from different subcutaneous layers by means of fast and non-destructive analytical techniques – *Food Research International* Vol 52, pp 185–97.
- Hallenstvedt, A., Kjos, N.P., Øverland, M., Thomassen, M.** (2012). Changes in texture, colour and fatty acid composition of male and female pig shoulder fat due to different dietary fat sources – *Meat Science*, Vol 90, pp 519–527.
- Heinz, G., Hautzinger, P.** (2007). Meat processing technology for small- to medium-scale producers. Bangkok, pp 2–16.

- Johnston L.J., Li, X.** (2011). Fat hardness in swine products, dietary challenges and opportunities – West Central Research and Outreach Center, University on Minnesota, Proceeding of the 32<sup>nd</sup> Western Nutrition Conference, pp 191–200.
- Lawrence, T. L. J., Fowler, V.R.** (2002). Growth of Farm Animals, 2<sup>nd</sup> ed. CABI Publishing, Wallingford, UK., pp 38–56.
- Maw, S.J., Fowler, V.R., Hamilton, M., Petchey, A.M.** (2003). Physical characteristics of pig fat and their relation to fatty acid composition – *Meat Science* Vol 63, pp 185–190.
- Nishioka, T., Irie, M.** (2005). Evaluation method for firmness and stickiness of porcine perirenal fat – *Meat Science*, Vol 70, pp 399–404.
- O'Brien, R.D.** (2004). Fats and Oils, second edition, CRC Press LLC, pp 201–202.
- Pöldvere, A.** (2011) Lihaskoe mehhaaniliste parameetrite määramise metoodika, 3 lk.
- Stable Micro System Ltd., (2011). *User manual*, pp 3.
- Pöldvere, A.** (2015). Rasvade sulamistemperatuuri määramise metoodika, lk 1–3.
- Rei, M.** (1986). Tapasaaduste tehnoloogia. Tallinn. Valgus, lk 120–132.
- Rei, M.** (2004). Lihatehnoloogia teaduslikud alused. Tartu. Halo Kirjastus, lk 54–55.
- Seman, D.L.** (2008) Pork fat quality: A processor's perspective – *American Meat Science*, pp1–7.
- Sharma, H., Giralprasad, R., Goswami, M.** (2013). Animal fat-processing and its quality control – *Food Protsessing ja Technology* Vol 4, no 8, pp 1–5.
- Shields, Jr. 3, R.G., Mahan 4, D. C., Cahill, V. R.** (1983). A comparison of methods for estimating carcass and empty body composition in swine from birth to 145 kg. – *The Ohio Agricultural Research and Development Center and The Ohio State University*, Vol 57, no. 1, pp 55–65.
- Soidla, R., Lepasalu, L., Anton, D., Veri, K., Mootse, H.** (2010). Tapasaadused. Loomsed kõrvalsaadused. Tartu. Halo Kirjastus, lk 50.
- Tymoszko, J.L., Berg, J.M., Stryer, L.** (2016) *Biokeemia lühikursus*, Tallinn, lk 153–164.
- Yi, Y.H., Chen, T.C.** (2003). Prediction of lean to fat tissue ratio of pork belly by specific gravity - *Journal of Food Engineering*, Vol 58, pp. 295–297.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R., Enser, M.** (2003) Effects of fatty acids on meat quality: a review – *Meat Science*, Vol 66, 1, pp 21–32.
- Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I., Whittington, F.M.** (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review – *Meat Science* Vol 78, pp 343–358.
- Wu, D., Sun, D.-W.** (2013). Food colour measurement using computer vision. *Instrumental assessment of food sensory quality*, pp 165–189.

**Ветеринария для всех.** Отличительные признаки мяса разных видов животных, птиц и дичи с кон- стантами жиров / Электронный ресурс. Режим до- ступа:  
<http://vetfac.narod.ru/otlichija0mjasa.htm> (да- та обращения 01.07.2015)

## SUMMARY

### PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF PORK FAT TISSUE

As the consumers prefer to consume low-fat meat products, the problem meat processors face to is excess fat in pig carcasses. However, it should be remembered that the backfat and shoulder fat is necessary to produce many sausages.

The aim of the study was to evaluate the chemical composition, physical and technological parameters of adipose tissue from different carcass parts in pigs (backfat, shoulder fat and leaf fat).

Adipose tissue samples were packaged in airtight plastic bags and stored in a cooler at +4 °C. Chemical analyzes of the fatty tissue and the structural analysis were carried out 48 hours after the slaughtering. Depending on the test, fat from 7–10 pig carcass was used for analysis. Experiments were carried out with randomly selected experiment materials derived from the meat industry.

The chemical composition was performed only with backfat on the basis of ISO standards. Iodine value was calculated by using the refractive index. Shear and compress force were measured with TA.XTplus analyzer and Stable Micro System Ltd (United Kingdom). respectively. Melting point was measured with ITP analyser (Ukraine).

Backfat protein content was  $3.43 \pm 1.08$  %, ash  $0.20 \pm 0.09$ %, moisture  $9.23 \pm 2.54$  % and fat content obtained by chemical analysis was  $87.15 \pm 3.66$ %. The higher protein content of the backfat caused also higher moisture content, as there was a strong positive correlation between these two traits ( $r=0.91$ ;  $p<0.001$ ). The chemical composition of backfat corresponded to the results found in literature, even though the protein content was lower.



The average density of the backfat was  $0.943 \pm 0.014 \text{ kg/m}^3$ . The test results confirmed that the strongest fat type was shoulder fat, followed by backfat and noticeably softer of them was leaf fat. The average shear force in shoulder fat was 53.71 N, backfat 35.39 N and leaf fat 9.68 N. More force was used to compress shoulder fat (22.80 N), followed by back fat (12.88 N) and then leaf fat (6.04 N). Greaves proportion derived from shoulder fat and backfat by rendering was not significantly different (respectively 24.17 and 24.45%) and also from leaf fat (19.39%). However, this value varied in shoulder fat more compared to backfat (respectively  $s = 7.67$  and  $4.37\%$ ). Tallow percentage derived by rendering did not differ significantly between backfat ( $75.56 \pm 4.45\%$ ) and shoulder fat ( $72.54 \pm 4.72\%$ ), but leaf fat value was significantly higher ( $80.61 \pm 5.29\%$ ). Backfat density ( $0.943 \pm 0.014 \text{ kg/m}^3$ ) was positively correlated with the protein and ash content (respectively  $r = 0.70$ ;  $p < 0.05$ ,  $r = 0.57$ ;  $p < 0.1$ ).

Fat color, melting point, and iodine value characterize the fatty acid composition of fat tissue – content of saturated and unsaturated fatty acids. The average iodine value in the backfat and shoulder fat was not differed significantly (respectively 60.18 and 60.77), but the lowest value was found in the leaf fat (48.14). Leaf fat iodine value was found only to have a strong positive correlation with the melting point ( $r = 0.72$ ;  $p < 0.05$ ). The average melting point of backfat and shoulder fat was not differed significantly (respectively 35.08 and 36.38 °C), however, the leaf fat had the highest value (47.45 °C). The color of backfat, shoulder, and leaf fat was not statistically different (respectively 11.75; 9.68; 8.14).

The physical characteristics of adipose fat tissues are similar in the backfat and shoulder fat, as they are located under the skin of the animal, and the leaf fat is different from those because it's is located in the abdominal cavity of the body. Fat tissue distribution plays an important role on its characteristics, as they have to perform different physiological functions in the animal body.

Finally, we can conclude that parameter change in one type of fat may not be reflected in the other fat type. Melting points and the iodine values not differed significantly between fat types. Shear and compress forces were positively correlated, but had not significant connection between fats.

# LIHTLITSENTS

## **Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Annela Heidemann

sünniaeg 16.09.1993,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

„Sea rasvkoe füüsikalise-keemilised näitajad“, mille juhendajad on *MSc Riina Soidla, PhD* Aarne Põldvere ja pm-dr Alo Tänavots.

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_

(allkiri)

Tartu, \_\_\_\_\_

(kuupäev)

## **Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)